This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

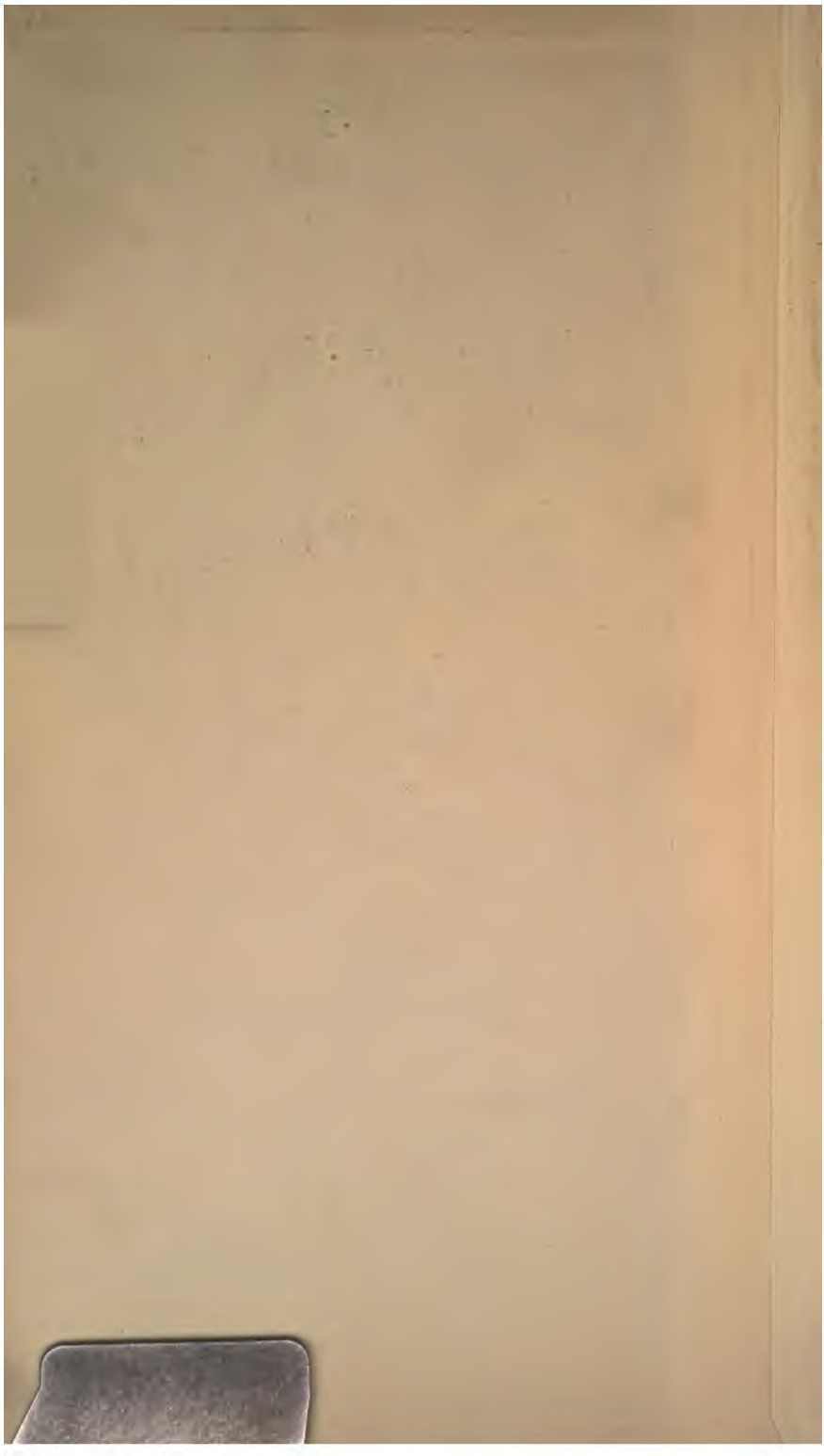
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

3 3433 06641615 1



PKW
STAMMER

Chemiſches Laboratorium.

Chemiſches Laboratorium.

Anleitung

zum

Selbſtunterrichte in der Chemie

von

Dr. Karl Stammer.

Erſter Theil.

NEW YORK PUBLIC LIBRARY

Gießen, 1856.

J. Ricker'ſche Buchhandlung.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
528830
ASTOR
TILDEN
R
L

Vorwort.

Es iſt ſo häufig ausgeſprochen und nachgewieſen worden, daß die Naturwiſſenſchaften jedem Gebildeten zugänglich gemacht werden müſſen, daß es mir völlig überflüſſig erſcheint, hierüber ein Wort zu ſagen. Die Mittel indeſſen, welche Denjenigen geboten werden, die ſich mit den einzelnen Zweigen der Naturkunde bekannt zu machen wünſchen, ſind trotz allen unſeren Zeitſchriften, populären Handbüchern und trotz allen den Büchern, welche die Bezeichnung „zum Selbſtunterrichte“ auf ihrem Titel führen, noch ganz unzureichend. Beſonders gilt das von der Chemie: mit keiner Wiſſenſchaft iſt durch ſolche Schriften mehr Mißbrauch getrieben worden, und in keinem Fache hat die Literatur ſo viel Unheil geſtiftet, ſo viel Dilettantismus, Experimentenſpielerei und vermeintliches Wiſſen hervorgerufen, wie in der Chemie. Freilich hält es in keiner anderen Wiſſenſchaft ſo ſchwer, ohne Unterricht, allein durch Selbſtſtudium etwas Gründliches und Erſprießliches zu erlernen, und von allen Wegen, welche bisher eingeſchlagen worden ſind, um dieſes Ziel erreichen zu laſſen, ſcheint mir in der That keiner zum Ziele führen zu können.

Die Experimente, welche zur Veranſchaulichung des zu Erlernenden dienen müſſen, und die das wichtigſte Moment des chemiſchen Unterrichtes bilden, ſind immer der Stein des Anſtoßes geweſen. Die Einen glaubten, denſelben dadurch zu umgehen, daß ſie die Verſuche auf ein möglichſt Einfaches reduzirten und dann ausführlich beſchrieben;

die Andern, indem sie als Einleitung eine sehr spezielle Beschreibung aller vorkommenden Manipulationen gaben, um dadurch später den Lernenden in den Stand zu setzen, zu experimentiren.

Gegen das erstere dieser Auskunftsmittel läßt sich einwenden, daß allzu kleinliche Experimente wenig, ja sogar, von ungeübter Hand angestellt, gar nichts beweisen können, daß sich solche Versuche nothwendig in's Unbedeutende verlieren müssen, und daß der Lernende nie in den Stand gesetzt wird, sich in vorkommenden Verlegenheiten selbst zu helfen, ja überhaupt nur selbst zu denken. Er wird dadurch nur zum Werkzeug in der Hand des Buches, denkt, sieht und handelt nur durch dasselbe, und meint am Ende, er verstände Chemie, wenn er die Worte des Buches und einige chemische Ausdrücke kennt und ein halbes Dutzend Körper gesehen hat, mit deren Namen allein der Begriff Chemie leider so vielfach verknüpft wird.

Diejenigen auf der anderen Seite, welche das zweite Auskunftsmittel gewählt haben, haben nicht bedacht, daß man Manipulationen als solche nicht lernen kann, da es für Anfänger viel zu ermüdend ist, alle diese Beschreibungen von Hülfsmitteln zu studiren, die *vielleicht* einmal später in Anwendung kommen sollen, und deren Zweck und Erfolg ihm nicht deutlich werden kann.

Ich habe daher in dem vorliegenden Werkchen eine ganz andere und, wie mir scheint, neue Methode versucht. Sie soll den sich selbst Unterrichtenden in den Stand setzen, alle zur gründlichen und nutzenbringenden Erlernung der Chemie erforderlichen Experimente selbst und in solcher Weise anzustellen, daß das daraus zu Folgernde auch mit Klarheit, Sicherheit und Allgemeinheit gefolgert werden könne; sie soll es ihm zugleich möglich machen, sich in schwierigen Fällen selbst Rath zu schaffen und bei vorkommenden Unfällen mit Sicherheit und Gewandtheit zu helfen. Dieses soll bewirkt werden durch gründliche Erlernung und hinreichende Einübung aller vorkommenden Manipulationen *an einer bestimmten Reihe von Experimenten oder praktischen Arbeiten*. Gegenstand derselben ist *Darstellung von Präparaten*.

Dadurch allein wird es thunlich, alle Operationen und Handgriffe, deren Kenntniß und Uebung zur Anstellung der gewöhnlichen Experimente unerläßliche Bedingung ist, nicht für sich, sondern an

konkreten, mit einem Zweck — Erzeugung bestimmter, scharf gekennzeichneter Körper — verbundenen Arbeiten zu erlernen. Diese Präparate — deren Darstellung den Inhalt des vorliegenden ersten Theiles (1) dieses Werkchens ausmacht — sind so ausgewählt, daß sie, dem Arbeitenden ein nicht unbedeutendes Interesse darbietend, denselben von Stufe zu Stufe, von den allereinfachsten Manipulationen aufwärts bis zu der Herstellung aller derjenigen Apparate geleiten, welche im weiteren Verlaufe des Unterrichts erforderlich sein werden. Nur so scheint es mir ausführbar zu sein, auch ohne mündliche Unterweisung in den Stand gesetzt zu werden, wirklich instruktive Experimente vorzunehmen, und die Kunst zu erlernen, nicht allein die vorgeschriebenen, künstlich vereinfachten, sondern auch andere, weniger auf augenblickliche Zwecke berechnete Experimente anzustellen, während doch das Ermüdende einer abstrakten Beschreibung verschiedenartiger Auskunfts- und Hülfsmittel vermieden und durch die Spannung stets wechselnder und neuen Reiz gewährender Präparate ersetzt wird.

Noch einige andere Vortheile vereinigt eine solche Methode: erstens wird dadurch Gelegenheit geboten, eine Menge von sogenannten Vorbegriffen an bestimmten Beispielen zu erläutern und klar zu machen, und dadurch für den späteren Unterricht einen trefflichen Boden zu gewinnen, ohne daß der Lernende sich selbst dessen bewußt wird, daß ihm ein allgemeiner Begriff erklärt wurde. Und zweitens werden durch den nothwendigen Umgang mit vielen Stoffen deren Namen, und bis zu einem gewissen Punkte auch deren Zusammensetzung und Eigenschaften dem Lernenden bekannt. Dadurch kommt er nicht in den schlimmen Fall, plötzlich einer großen Menge völlig fremder Gegenstände und Stoffe zu begegnen, über die ihm nur der erläuternde mündliche Unterricht hinaus verhelfen könnte: er begegnet vielmehr fast bei jedem Schritte alten Bekannten, die ihm die Wanderung im großen Gebiete der Chemie erleichtern und erheitern. Wie sehr dadurch der weitere Verlauf und die Anordnung des Unterrichtes modifizirt werden muß, bedarf wohl nicht der Erwähnung.

Dies möge zur Rechtfertigung dieser neuen Methode hinreichen; im Uebrigen verweise ich auf das Buch selbst und namentlich auf den

(1) Der zweite Theil, die Betrachtung und das Studium der einzelnen Körper und ihrer Verbindungen begreifend, erscheint demnächst.

erſten Brief, den ich als ein Stück Vorrede anzuſehen und etwas näher zu beachten bitte. Ich glaube überzeugt ſein zu können, daß Jeder, der mit Vertrauen den in dieſem Briefe vorgezeichneten Weg betritt, viele Freude und nicht unbedeutende Belohnung finden und ſich am Ende deſſelben in das für ſo ſchwierig geltende Gebiet der Chemie auch ohne mündlichen Unterricht eingeweiht finden wird.

Die Briefform glaube ich nicht begründen zu brauchen. Sie empfiehlt ſich für ein ſolches Werkchen als diejenige, welche der mündlichen Unterweiſung am nächſten ſteht, ſchon von ſelbſt.

Der Verfaſſer.

Inhalt.

Seite

Erſter Brief.

Allgemeine Einleitung und vorbereitende Bemerkungen. Koſtenanſchlag für Apparate und Materialien 1

Zweiter Brief.

Arbeitszimmer. Sandbad. Abdampfſchalen. Mörſer. Trichter. Gläſer und Flaſchen von verſchiedener Geſtalt und Größe. Wage. Verſchiedene kleinere Geräthe. Filtrirgeſtell 7

Dritter Brief.

Auflöſen. Filtriren (verſchiedene Arten). Ausgießen. Abdampfen. Kryſtalliſation des Kochſalzes, des Alauns 14

Vierter Brief.

Kryſtalliſation des Kochſalzes, des Alauns, des Salpeters, des chromſauren Kalis. Wachſen der Kryſtalle 19

Fünfter Brief.

Vergrößerung der Kochſalzkryſtalle. Kryſtalliſation durch raſche Verdampfung. Geſtörte Kryſtalliſation des Salpeters. Anſchaffung der Materialien für die nächſten Verſuche 23

Sechster Brief.

Darſtellung von ſalpeterſaurem Strontian; Erklärung. Darſtellung der ſchwefelſauren Magneſia; Erklärung. Darſtellung des Antimonoxyds. Trocknen im Trichter 26

Siebenter Brief.

Aufſchlüſſe. Darſtellung des gelben chromſauren Kalis; Erklärung. Darſtellung des Chromalauns. Materialien zu den nächſten Verſuchen 30

Achter Brief.

Darſtellung des Kupfers aus Kupfervitriol; Erklärung. Gewichtsverhältniſſe der Vertretung von Eiſen und Kupfer. Begriff des Ausdrucks „äquivalent“. Darſtellung von Weinſtein; Erklärung. Darſtellung der Borſäure; Erklärung. Chromoxydhydrat . . 34

Seite

Neunter Brief.

Darstellung der kohlensauren Magnesia; Erklärung. Darstellung des kohlensauren Baryts; Erklärung. Chromgelb. Bleibaum. Gewichtsverhältniß der Vertretung des Zinks durch Blei. Aequivalente Mengen 38

Zehnter Brief.

Beschaffung von Schmelztiegeln, Tiegelzange, Schmelzöfchen. Anleitung zu Glühoperationen. Krystallisation von Schwefel . . 40

Elfter Brief.

Darstellung des Rose'schen Metalls, des Chromoxyds, des Schwefeleisens. Darstellung des Schwefelbariums; Erklärung. Darstellung des Chromoxyds in anderer Weise. Anschaffung von Uhrgläsern und blechernen Schälchen 47

Zwölfter Brief.

Erläuterungen. Sublimation. Benzoësäure; Jod; Indigo; Jodquecksilber. Zweierlei Krystallformen desselben Körpers. Destillation. Anschaffung von Retorten und Kolben. Retortentrichter. Aufstellung der Apparate und Materialien. Rohstoffe für die nächsten Versuche 52

Dreizehnter Brief.

Allgemeine Erläuterungen. Ausführung von Destillationen: Wasser. Darstellung der Salpetersäure; Erklärung. Darstellung der Essigsäure; Erklärung. Darstellung des kohlensauren Ammons; Erklärung. 58

Vierzehnter Brief.

Darstellung des Barythydrats; Erklärung. Benutzung des Rückstandes zu essigsaurem Kupferoxyd. Darstellung von phosphorsaurem Natron aus Knochen 64

Fünfzehnter Brief.

Erläuterungen über vorkommende Schwierigkeiten. Darstellung von schwefelsaurem Bleioxyd und essigsaurem Kali. Vollständige und genaue doppelte Zersetzung durch Ausfällung. Erklärung der dabei vorkommenden Verhältnisse 69

Sechszehnter Brief.

Darstellung von Chlorbarium und von kohlensaurem Baryt aus dem Schwefelbarium des vorigen Versuches. Andeutung der Beziehung zwischen einfachen Körpern und ihren Sauerstoffverbindungen. Gewichtsmengen, nach welchen die Umsetzung von Chlorbarium und kohlensaurem Natron stattfinden. Darstellung einer Reihe von Eisenpräparaten: Eisenvitriol; schwefelsaures Eisenoxyd; Eisenoxyd 74

Siebenzehnter Brief.

Anschaffung von verschiedenen Gegenständen: Glasröhren, Feilen, Spirituslampe. Gute und schlechte Korke von verschiedener Größe und Art. Kolben. Wulff'sche Flaschen. Gasentbindungsflaschen. Röhren von Guttapercha und Kautschuk. Gummiplatte . . 80

Seite

Achtzehnter Brief.

Auskunft in Betreff eines Arbeitstisches. Abzug für schädliche Dünste. Fenstertisch. Anfertigung von Sprengkohlen. Gaslampen. Retortenhalter 85

Neunzehnter Brief.

Bearbeitung von Korken; Abfeilen; Proben auf dichten Schluß; Korkbohren. Durchschneiden von Röhren; Einsetzen in Flaschen. Herstellung von Spritzflaschen zur Einübung des Gelernten. Ausziehen von Glasröhren. Herstellung einer zusammengesetzten Spritzflasche; doppelte Bohrung; Glasbiegung 93

Zwanzigster Brief.

Spirituslampen mit doppeltem Luftzuge. Anfertigung einer solchen zum Ersatz der Berzeliuslampe und zur Uebung in den verschiedenen Manipulationen. Glassprengen 99

Einundzwanzigster Brief.

Anfertigung von Trichterröhren und Sicherheitsröhren. Schutz der Korke durch Guttapercha. Abschneiden großer Glasröhren. Herstellung eines Waschapparates für Gase. Proben auf seine Dichtigkeit. Anfertigung von Kautschukröhren. Verkitten undichter Apparate. Gasentwickelungsapparat. Dichtigkeitsprobe . . . 105

Zweiundzwanzigster Brief.

Darstellung von Präparaten mittelst Gasentwickelung zur Einübung aller Arten hierher gehöriger Manipulationen. — Kohlensaurer Baryt; kohlensaurer Kalk. Erklärung verschiedener Erscheinungen . 111

Dreiundzwanzigster Brief.

Fortsetzung der Gasentwickelungen. Abänderung der Apparate. — Darstellung von Bleiweiß. Apparat zur Entwickelung von Schwefelwasserstoff; Darstellung von Schwefelantimon 117

Vierundzwanzigster Brief.

Entwickelung von schwefliger Säure zur Darstellung von Chromalaun. Genaue Erklärung und Gewichtsverhältnisse der Entstehung von Schwefelantimon; Lackmuspapier. Aufstellung der Materialien und Präparate. Schluß des vorbereitenden Theils 123

1. Brief.

Allgemeine Einleitung und vorbereitende Bemerkungen. Koſtenanſchlag für Apparate und Materialien.

Von jeher habe ich es für eine äußerſt ſchwierige Sache gehalten, die Chemie durch Selbſtſtudium in ſo weit zu erlernen, als es nothwendig iſt, damit die in derſelben erworbenen Kenntniſſe geiſtbildend, fruchtbringend und genußreich werden ſollen. Deine wiederholten Bitten, dir dennoch dazu hülfreich ſein zu wollen, haben mich jedoch auf eine ganz eigene Gedankenreihe gebracht, von der ich hoffe, daß ſie mich eine wirkliche praktiſche Methode haben auffinden laſſen, um dir das Gebiet dieſer Wiſſenſchaft auch ohne mündlichen Unterricht zugänglich machen zu können.

Es wird ſich, wie du bald erfahren wirſt, und wie auch faſt Jedermann weiß, der einigermaßen eine Vorſtellung von Chemie hat, vornehmlich um eigene Verſuche handeln. Chemie lehren wollen, ohne Hülfe von Experimenten, wäre ein widerſinniges Unternehmen. Daher iſt es ſtets eine Hauptaufgabe des Lehrenden, dem Lernenden durch die nöthigen Experimente das Gelehrte anſchaulich zu machen; da du aber eines ſolchen Unterrichtes entbehrſt, ſo haſt du vor allem die Kunſt, Experimente anzuſtellen, ſelbſt zu erwerben; dieſen Zweck ſoll eine Reihe von praktiſchen Arbeiten erfüllen, welche du nach ganz ſpeziellen Vorſchriften unverzüglich auszuführen beginnen wirſt. Dadurch wirſt du nach und nach eine Fertigkeit im Experimentiren erlangen, welche zu weiterem, ſyſtematiſchem Lernen nicht allein ſehr zweckdienlich, ſondern ſogar durchaus nothwendig iſt, und welche dich befähigen wird, alle weiter zu beſchreibenden Verſuche ſelbſt anzuſtellen. Doch wozu dir den Gang vorzeichnen? Folge nur genau dem, was ich dir allmälig angeben werde und verlaſſe dich darauf, daß es dich zum Ziele führen wird.

Du wirſt fragen: wann werde ich dieſes erreichen? Das läßt ſich ſchwer beſtimmen. Unſere Schüler pflegen ſich in 2 oder 3 Jahren, indem ſie wöchentlich zwiſchen 5 und 3 Stunden Unterricht haben, eine

ſolche Grundlage chemiſcher Bildung zu erwerben, daß ſie nach dieſer Zeit im Stande ſind, ſich durch eigenes Studium, nach irgend welchem von den vielen ausführlichen Büchern dieſes Faches und durch eigenes Experimentiren weiter fortzuhelfen, und ſo weit ſollſt du es mit Hülfe meiner Anleitung ebenfalls bringen.

Wenn ich dies nun als Maßſtab nehmen ſoll, eine Zeit zu beſtimmen, ſo ſiehſt du ſchon gleich ſelbſt ein, daß ich das nicht kann, weil du mir noch nicht ſagen kannſt, wie viel Zeit du auf Chemie verwenden wirſt. Doch iſt ſoviel ſicher, daß, wenn das auch mehr ſein wird, als es bei Schülern in der Regel möglich iſt, du dagegen einerſeits den unberechenbaren Vortheil mündlicher Unterweiſung entbehrſt, und andrerſeits genöthigt biſt, dir deine Verſuche alle ſelbſt vorzubereiten und anzuſtellen; es wird dies um ſo zeitraubender ſein, als es unter dem Nachtheile einer noch erſt zu erwerbenden Geſchicklichkeit geſchehen muß.

Fragſt du ferner nach den Mitteln, deren du bedürfen wirſt, um ſämmtliche Verſuche anzuſtellen, die ich dir angeben werde, ſo kann ich dir zwar verſprechen, ſo viel wie möglich größere Koſten zu vermeiden, muß dich jedoch darauf aufmerkſam machen, daß es keinen Weg giebt, Chemie ohne Aufwand einiger Geldmittel zu erlernen und zu betreiben, indem Verſuche, wie ſchon geſagt, nothwendig ſind und es in der Chemie faſt keinen völlig koſtenloſen Verſuch giebt. Ich werde es mir jedoch ganz beſonders angelegen ſein laſſen, dieſelben ſo einfach und wohlfeil einzurichten, wie nur irgend thunlich, doch werde ich dabei die Mittel und Wege nicht unerwähnt laſſen, wodurch für den Fall weniger Erſparniß und mehr Bequemlichkeit erzielt wird, wo du mehr auf dieſes Studium verwenden wollteſt, als ich annehmen mag.

Es wird dir demnach häufig die Wahl zwiſchen zwei Wegen bleiben, daſſelbe Ziel zu erreichen und du magſt dann jedesmal dich nach deinen Wünſchen und Mitteln einrichten.

Du wirſt eine Anzahl Geräthe, namentlich aus Glas und Porzellan bedürfen, und ich ſchicke dir einen annähernden Koſtenanſchlag, dem ich auch einen ſolchen für die zu verbrauchenden Subſtanzen beifüge, ſo weit dieſelben in der erſten Reihe meiner Briefe vorkommen werden, und ſo weit ein ſolcher überhaupt gegenüber den ſchwankenden Preiſen und verſchiedenen Bezugsquellen möglich iſt.

Darüber hinaus kann ich noch ſchwer ſagen, was du weiter bedürfen wirſt, indem theils bis dahin die Preiſe der Stoffe allzuſehr dem Wechſel unterworfen ſind, theils auch der Maßſtab, in welchem du die Verſuche anſtellen wirſt, alsdann mehr in deinem Belieben ſtehen und daher einen größeren Einfluß üben muß. Wegen aller näheren Angaben darüber verweiſe ich dich aber auf meine ſpäteren Mittheilungen, indem ich dir

n jedem einzelnen Falle genauer, als es jetzt thunlich wäre, Alles zu wissen öthige schreiben werde. Du hast daher den annähernden Kostenanschlag u Ende dieses Briefes nur als ein Mittel zu betrachten, die Gesammtusgabe zu überschlagen, und allenfalls Alles zugleich von einer größeren Handlung kommen zu lassen.

Ich bemerke ferner, daß du nicht alle die Versuche machen mußt, welche ich dir angebe, was ich nicht verfehlen werde, dir jedesmal ausdrücklich dabei zu bemerken. Es hängt das nämlich von dem Grad der Fertigkeit ab, den du dir erworben haben wirst (was ich nicht von hier aus beurtheilen kann), so wie von den Kosten und der Zeit, die du den einzelnen Theilen widmen willst.

Da nun fast alle in dieser ersten Abtheilung vorkommenden Stoffe in den späteren Theilen benutzt werden sollen, so giebt dies einen doppelten Grund für die Unbestimmbarkeit der Gesammtkosten. Ich glaube jedoch nicht zu irren, wenn ich dir die Gesammtunkosten der Versuche in der 2. bis 3. Abtheilung auf etwa das Gleiche derjenigen der ersten Abtheilung anschlage.

Je nachdem du nun die billigste oder die theuerste Methode der Versuche im Anfange befolgt hast, werden auch die späteren Kosten dem entsprechend ausfallen. Immerhin aber bedenke, daß diese Kosten nicht so empfindlich sein werden, als sie scheinen, indem sie sich auf sehr kleine Theile und auf eine längere Zeit vertheilen.

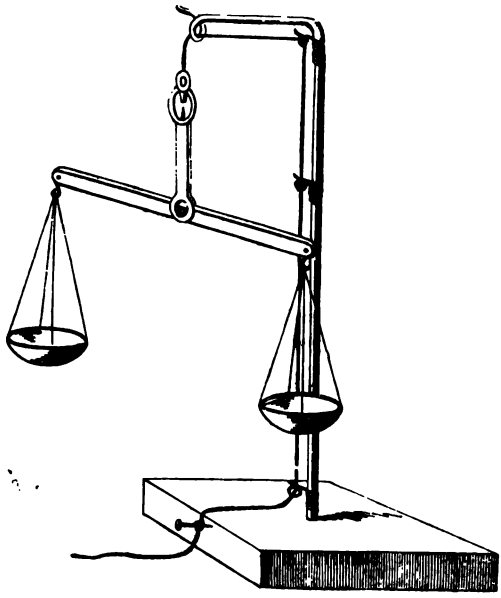
Hüte dich wohl, die Anstellung dieser chemischen Versuche als eine leichte Spielerei und ein bloßes Vergnügen zu betrachten. Du wirst zwar jedenfalls daran sehr viele Freude haben und die Belohnung für jede Arbeit wird nicht ausbleiben, aber auch unangenehmen und langweiligen, ja anscheinend zwecklosen Beschäftigungen wirst du vielfach begegnen.

In Bezug auf die ersteren prüfe dich vor dem Beginne des ganzen Unternehmens wohl, ob du dazu Fleiß und Ausdauer besitzest, und lasse dich dann auch später weder abschrecken, noch auch mißmuthig machen, und in Bezug auf die letzteren verlasse dich auf mich, und sei überzeugt, daß ich keine Arbeit dir zumuthen, ja keine Unterweisung dir geben und deren Erfassung von dir verlangen werde, die nicht streng nothwendig und zweckdienlich ist.

Gehe nur nicht zu dem Folgenden über, ehe du das Vorhergehende recht verstanden und begriffen hast, und verweile lieber längere Zeit auch bei anscheinend unbedeutenden Dingen, als daß du auch über das Geringste leicht hinweggehest.

Sollten Dinge vorkommen, die du für den Augenblick noch nicht begreifen könntest, so werde ich nicht verfehlen, dir dies jedesmal zu sagen; im übrigen aber kann nichts deinem ganzen Studium verderblicher

Fig. 16.



Einer ſehr bequemen Vorrichtung kann ich nicht umhin, noch ſchließlich Erwähnung zu thun, nämlich der zum Zudecken der Schalen beſtimmten Doppelreifen; willſt du dir dieſe Erleichterung machen, ſo beſtelle etwa bei einem Küfer mehrere ½ bis ¾″ hohe Reifen von Schachtelholz, die je 2 und 2 etwas ſchwierig in einander paſſen und etwas größer ſind, als deine Schalen. Beim Gebrauche wird ein rundes Stück Fließpapier auf den größeren Reifen gelegt, das ringsum etwa 1″ überſteht und dann der zugehörige kleinere Reifen hineingeſteckt. So erhält man eine papierne Trommel, die einen ganz vortrefflichen Deckel für die Schalen abgiebt.

Fig. 17.

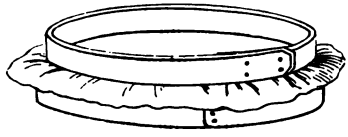


Fig. 18.

Somit wäre die erſte Einrichtung vollendet, und du hinreichend ausgerüſtet, eine Reihe von Verſuchen anzuſtellen, von denen ich dir die erſten und einfachſten im nächſten Briefe beſchreiben will.

	Annähernder Preis. Thlr.	Sgr.
Uebertrag . .	3	13
1 kleine Wage und Gewichte	1	—
6 Doppelreifen	—	15
2 Buch Filtrirpapier	—	5
1 Ofen	—	20
Schornstein dazu	—	10
3 Sandbäder	—	6
Triangel	—	5
1 dreikantige Feile	—	7
3 Rattenschwänze	—	7
2 große Feilen	—	12
Im Ganzen . .	7	20

(Ueber die Gegenstände 1 bis 9 siehe Brief II; 10 bis 13 Brief X; 14 bis zu Ende Brief XVII.)

Von einer Handlung chemischer Geräthschaften (z. B. Möllner in Darmstadt, Luhme u. Comp. in Berlin, Batka in Prag u. A.) wird zu beziehen sein:

	Annähernder Preis. Thlr.	Sgr.
1 Mörser von Porzellan 4½″ Durchmesser (II) . .	—	15
4 bis 6 gläserne Trichter von 3 bis 5″ Durchmesser (II).	—	20
6 Flaschen mit eingeriebenem Stöpsel, mittelfein; Inhalt 6 bis 16 Loth (II und andere) . . .	—	14
7 Stück hessische Schmelztiegel 1 bis 4″ Durchmesser (X).	—	8
2 Stück Porzellantiegel 3½ und 6″ Durchmesser (X) .	—	8
1 Tiegelzange (X)	—	10
3 Paar Uhrgläser (XI)	—	5
8 Retorten (XII)	1	15
8 Vorlagen (XII)	1	15
1 Retortentrichter (XV)	—	4
4 Reagircylinder mit Fuß (XIV)	—	4
1½ Pfund Glasröhren (XVII)	—	15
1 Spirituslampe (XVII)	—	8
3 Gasentbindungsflaschen (XVII)	—	13
1 Retortenhalter (XVIII)	—	20
2¼ Dutzend Pulvergläser ohne Glasstöpsel, nämlich:		
1 Dutzend zu 2 Loth Inhalt	—	9
1 „ „ 6 „ „	—	13
¼ „ „ 12 „ „	—	7
Im Ganzen etwa . .	9	—

(Die römischen Zahlen in jeder Zeile deuten auf den betreffenden Brief, worin die genaueren Angaben enthalten sind.)

Bei einer vollständigeren und bequemeren Einrichtung würden noch folgende Apparate hinzukommen :

	Annähernder Preis. Thlr.	Sgr.
4 Schalen von Gesundheitsgeschirr; Inhalt 4, 8, 12, 24 Loth (II)	—	18
Filtrirgestell (II)	—	10
100 Karten	—	1
3 Hornlöffel, 4, 6, 8 Zoll lang (II) . . .	—	8
1 Handwage mit Hornschale; Belastung ½ Pfund (II) .	2	10
4 Porzellantiegel 3½ bis 6″ Durchmesser (X) . .	—	16
3 Wulff'sche Flaschen; Inhalt ¼ Pfd., 1 Pfd., 2 Pfd. (XVII)	1	12
3 Stehkolben von 8, 12 und 30 Unzen Inhalt (XVII) .	—	22
1 Korkzange (XVII)	1	—
1 Berzeliuslampe (XX)	3	20
Kautschukhütchen (XVII)	1	—
Kautschukröhren (XVII)	—	15
Im Ganzen . .	12	12

Materialien.

Alaun ½ Pfund.
Ammoniak ½ Pfund.
Ammoniak, kohlensaures 2 Loth.
Antimonmetall 3 Loth.
Benzoeharz 4 Loth.
Blei ¼ Pfund.
Bleiglätte 6 Loth.
Bleizucker 1 Pfund.
Borax 4 Loth.
Chlorbaryum 2 Loth.
Chlorcalcium 2 Loth.
Essigsäure 4 Loth.
Gummiplatte 1 Quadratfuß.
Jod ½ Loth.
Kali, chromsaures ½ Pfund.
Kali, schwefelsaures 8 Loth.
Kochsalz ¼ Pfund.
Korke 3 Dtzd., 1 Dtzd. Spunte.
Kreide 1 Pfund.
Kupfervitriol ½ Pfund.
Lackmus 2 Loth.
Magnesia, weiße 4 Loth.
Potasche ½ Pfund.
Salmiak 4 Loth.
Salpeter ½ Pfund.
Salpetersäure 1 Pfund.
Salzsäure 1 Pfund.
Schwefel 8 Loth.
Schwefelantimon 8 Loth.
Schwefelsäure 4 Pfund.
Schwerspath ½ Pfund.
Soda 1 Pfund.
Sprengkohlen 6 Stück.
Strontianit ½ Pfund.
Weinsäure ½ Pfund.
Wismuth 4 Loth.
Zinn ¼ Pfund.
Preis : zusammen 3 bis 4 Thaler.

2. Brief.

Arbeitszimmer. Sandbad. Abdampfſchalen. Mörſer. Trichter. Gläſer und Flaſchen von verſchiedener Geſtalt und Größe. Wage. Verſchiedene kleinere Geräthe. Filtrirgeſtell.

Es iſt keineswegs erforderlich, eine beſondere Einrichtung in deinem Zimmer zu treffen, um es als Laboratorium benutzen zu können: für den Anfang und während ziemlich langer Zeit kannſt du dein Studir-, ja ſogar dein Wohnzimmer ganz unverändert laſſen und viele Arbeiten darin vornehmen, die ſich als recht lehrreich erweiſen werden, ohne dir die Umſtände zu verurſachen, die erſt durch ſpätere Verſuche bedingt werden; ich werde erſt dann, wenn es durchaus nothwendig iſt, dir allmälig angeben, welche Vorſichtsmaßregeln du zu ergreifen und welche größeren Vorrichtungen du zu beſchaffen haben wirſt. Für jetzt beſchränkt ſich deine Aufgabe auf ſolche Arbeiten, die du ohne Störung in jedem Zimmer, das einen Ofen beſitzt, vornehmen kannſt.

Laß dir auf deinen Ofen, ſei es der Stubenofen oder der Heerd deiner Küche, eine möglichſt große viereckige Pfanne aus Eiſenblech, mit zwei Griffen verſehen, machen; dieſelbe fülle etwa einen Zoll hoch mit Sand, und ſtelle ſie auf den geheizten Ofen; nachdem der Sand getrocknet iſt, zerreibe ihn durch ein Sieb, oder zerdrücke wenigſtens, in Ermangelung deſſelben, die Klumpen mit den Händen; bringe ihn dann wieder in die Pfanne — und dein Sandbad iſt fertig. Es wird dir zum Erhitzen und Eindampfen verſchiedener Flüſſigkeiten dienen, und hat den Vortheil, daß wenn du den Ofen nicht zu chemiſchen Operationen brauchen willſt, du Alles zuſammen abnehmen und fortſetzen kannſt. Haſt du nun Gelegenheit, ſogenannte Abdampfſchalen von Geſundheitsgeſchirr (oder Porzellan) zu kaufen, ſo wähle dir 2 oder 3 von jeder der beiſtehenden Formen aus und zwar von einem Durchmeſſer von 4 bis 8″ im oberen Durchmeſſer; ſie werden von Geſundheitsgeſchirr, das ein billiges, zu deinem Zwecke vortreffliches Porzellan iſt, etwa

Fig. 1.

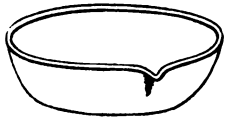
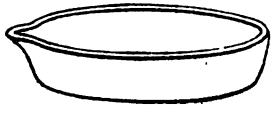


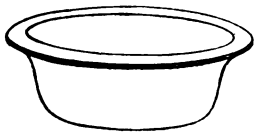
Fig. 2.



18 Sgr. koſten (1). Willſt du ſo viel Geld nicht anwenden, ſo kannſt du auch ſtatt dieſer Schalen gewöhnliche kleine Schüſſeln von Steinzeug nehmen, die aus demſelben Stoff gefertigt ſind, wie die ſteinernen Töpfe. Man hat ſie von zwei Geſtalten, nämlich wie Fig. 3 und 4 und erhält ſie in den gewöhnlichen Töpferwaarenhandlungen zum Preiſe von einigen Silbergroſchen. Die letztere Form iſt praktiſcher als die erſtere; haſt du die Auswahl, ſo ziehe das blaugraue glatte Material dem gelblichen, rauhen vor. In jedem Falle muß die Maſſe auf dem Bruche porcellanartig ſein und keine von der inneren Maſſe verſchiedene Glaſur zeigen. Dieſe Schüſſeln oder Schalen nimm von verſchiedener Größe bis zu 8″ Durchmeſſer, du kannſt, da ſie ſehr wohlfeil ſind, wohl ein halbes Dutzend kaufen. Sie halten die Erwärmung im Sandbade, und bei einiger Vorſicht auch die auf freiem Feuer trefflich aus und erſetzen für deine Zwecke die theuren porzellanenen ganz gut.

Fig. 3.

Fig. 4.



Zur Erleichterung der Arbeit iſt ein Mörſer ſehr empfehlenswerth; wenn du einige Silbergroſchen darauf verwenden willſt, ſo ſuche dir von einem Materialiſten oder Porzellanhändler einen von Porzellan Fig. 5 zu verſchaffen, für die meiſten Fälle ſind die eiſernen Fig. 6 eben ſo anwendbar und viel billiger; ein kleiner von etwa 6″ Höhe reicht völlig aus.

Fig. 5.

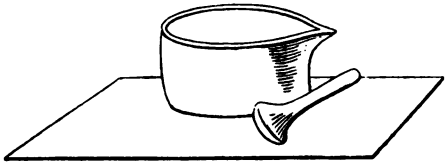
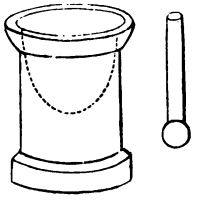


Fig. 6.

Fig. 7.



Auch kannſt du im Nothfalle einen von den Porzellantöpfen nehmen, die einen dicken, im Innern rundlichen Boden haben, Fig. 7;

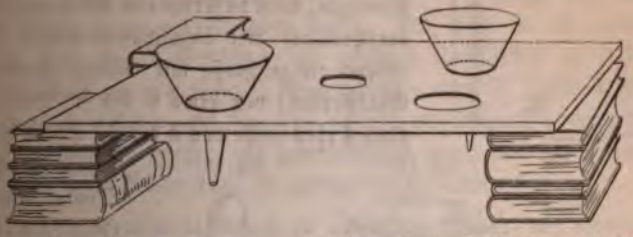
(1) Porcellan- und Glasgegenſtände erhältſt du am billigſten in größeren Porcellan- und Glashandlungen; wegen derjenigen Artikel aber, welche du dort nicht finden ſollteſt, ſo wie wegen aller übrigen Apparate, die du nicht in gewöhnlichen Kaufläden bekommen kannſt, wirſt du am beſten thun, dich mit einer Handlung chemiſcher Geräthſchaften in Verbindung zu ſetzen, wie z. B. mit einer der oben Seite 5 genannten Häuſer, von denen du leicht ausführliche Preisverzeichniſſe erhalten wirſt.

sie sind bei Parfümeriehändlern und Apothekern bisweilen zu haben. Zum Stößer (Pistille) nimm einen Holzstiel, den du am unteren Ende ausbohrst, um dann in diese Höhlung mit einem festen Kitt (wovon du leicht etwas bei Jemanden, der sich mit Flicken zerbrochener Waaren beschäftigt, erhalten kannst) eine Kugel von Stein oder Eisen zu kitten. Endlich kannst du auch alles dieses entbehren, und jedesmal die zu pulvernde Substanz in ein leinenes Läppchen wickeln und dann durch Hammerschläge zerkleinern, was ich dir nächst dem eisernen Mörser wenigstens für den Anfang am meisten anrathen möchte; später wirst du freilich kaum umhin können, dir einen porzellanenen anzuschaffen.

Ferner brauchst du 2 oder 3 Trichter aus Glas von der einfachsten Form, von einem oberen Durchmesser von 3 bis 5″, Fig. 8; in einer Glashandlung findest du sie leicht um den Preis von 2 bis 5 Sgr. Beim Gebrauche werden die Trichter entweder auf Flaschen gestellt, was ich dir aber nicht sonderlich empfehlen kann, oder mittelst eigener Vorrichtungen über den betreffenden Gefäßen aufgestellt. Die einfachste und am leichtesten zu beschaffende ist diese: Laß dir dazu ein Brettchen schneiden, welches mit mehreren Löchern von verschiedenem Durchmesser versehen ist, worein diese Trichter sich bis zur Mitte einstecken lassen. Beim Gebrauche legst du das Brettchen auf ein Paar Bücher, wie es beistehende Fig. 9 zeigt,

Fig. 8.

Fig. 9.



oder du läßt es dir auch von vornherein auf zwei Brettchen befestigen. Eine andere Art erläutert dir Fig. 10 (siehe die folgende Seite). Man nennt diese aus Holz gefertigte Vorrichtung einen Filtrirständer. Nach dieser Zeichnung wird jeder Schreiner sie dir verfertigen können. Der hölzerne Ring a läßt sich an dem Stab b auf und ab schieben und mittelst der Schraube c in jeder Stellung daran befestigen.

Um diese Schraube zu umgehen, kann man auch den senkrechten Stab quadratisch schneiden und den Ring mittelst eines Keiles daran festklemmen, wie dir dies die Fig. 11 (siehe die folgende Seite) zeigt. Die letztere Einrichtung ist viel wohlfeiler und eben so praktisch, wie die

Fig. 10.

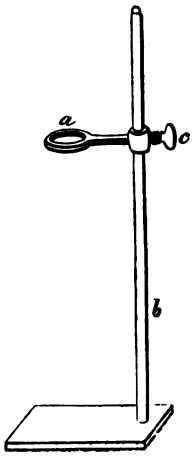
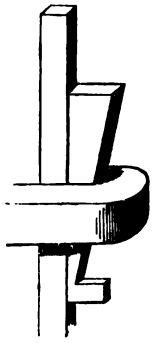


Fig. 11.



erſtere. Immerhin aber bleibt das vorhin beſchriebene Brettchen vorzuziehen, weil es mehrere Filtrirſtänder zugleich erſetzt. Zu dieſen Trichtern gehören ferner einige Glasſtäbe. Die etwa ½ bis 1″ breiten Abfälle, die beim Schneiden der Fenſterſcheiben erhalten werden, ſind ganz vortrefflich; ich werde dir ſpäter ſagen, wie du ſie leicht in beliebige lange Stücke vertheilen kannſt.

Nun bedarfſt du weiter einiger mehr oder weniger cylindriſcher Gläſer. Die gewöhnlichen Gläſer oder Flaſchen, die zum Einmachen von Früchten dienen und deren Oeffnung nur wenig verengt iſt, ſind ganz zweckmäßig; die von grünem Glaſe ſind eben ſo gut, wie die farbloſen und weit billiger, ſo daß du für 20 Sgr. ſchon wenigſtens 5 oder 6 Stück von verſchiedener Größe kaufen kannſt. Dazu füge etwa ein Dutzend Bier- und Waſſergläſer verſchiedener Größe. Um deine kleine Sammlung von chemiſchen Geräthſchaften zu vervollſtändigen, wirſt du ferner eine Reihe von Flaſchen verſchiedener Art anzuſchaffen haben. Wähle erſtens einige große mit weitem Halſe (ohne Glasſtopfen) von etwa 6 bis 8″ Höhe, dann etwa 4 eben ſolche von 3 bis 4″ Höhe, dann ein halbes Dutzend ſog. Opodeldocgläſer (Fig. 13 u. 14) d. h. kleine Flaſchen mit weitem Halſe von 2 bis 3″ Höhe, alles von weißem oder doch halb weißem Glaſe, ſo wie auch ein halbes Dutzend Flaſchen mit engem Halſe und Glasſtöpſel (Fig. 15)

Fig. 12.

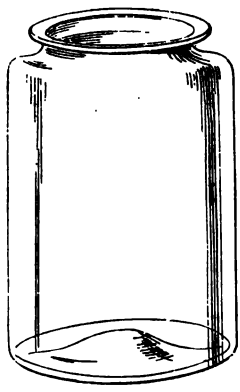


Fig. 13.

Fig. 14.

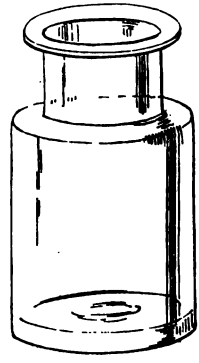


Fig. 15.

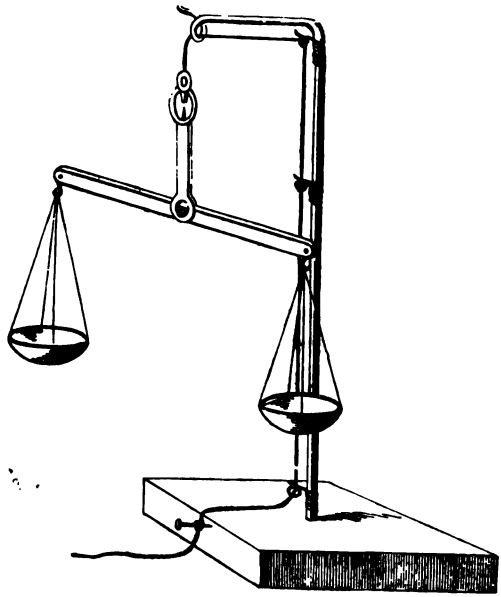
von 3 bis 8 Unzen Inhalt. Iſt eine Glashütte in der Nähe deines Wohnortes, ſo laſſe alles auf einmal von dort kommen, wodurch du wohl ⅓ der Koſten erſparen würdeſt. Zu mancherlei Zwecken, die du allmälig ſchon ſelbſt herausfinden wirſt, haſt du ferner eine Anzahl Spielkarten nöthig, die zwar nicht unentbehrlich, aber doch ſehr bequem ſind; ſie werden zum Reinigen des Mörſers, zum Miſchen von Subſtanzen u. ſ. w. auch in Apotheken gebraucht und zu dem ſehr geringen Preiſe von etwa 1 Sgr. das Hundert verkauft. Noch bequemer zu ähnlichen Zwecken ſind die Löffel aus Horn, die zum Preiſe von 1½ bis 2½ Sgr. bei einer Länge von 4 bis 6 Zoll zu haben ſind, und von denen du, wenn du dieſe Ausgabe, die gewiſſermaßen eine Luxusausgabe iſt, nicht ſcheuſt, 3 bis 4 Stück gebrauchen würdeſt.

Fügſt du nun zu dem hier aufgezählten noch einige neue Ziegelſteine und ein Buch weißes oder auch feines graues Fließpapier, ſo haſt du alles, was du von kleineren Geräthſchaften vor der Hand brauchſt.

Alle vorzunehmende Operationen erfordern eine große Menge möglichſt reinen Waſſers. Außerdem müſſen Gefäße und Hände häufig gewaſchen werden, und du wirſt daher wohl daran thun, irgend ein mit einem Ausflußhahn verſehenes Gefäß von Blech, Steingut oder Holz an der Wand aufzuhängen, und darunter eine Bütte oder einen großen Topf anzubringen. Kannſt du über eine unbeſchränkte Maſſe Regen- oder Flußwaſſer verfügen, ſo verſieh deinen Waſſerbehälter ſtets damit; wo nicht, ſo mußt du wenigſtens ſtets ſorgen, einen Krug oder eine ſehr große Flaſche davon vorräthig zu haben. So wird es dir leicht ſein, dich in allen deinen Geräthen der größten Reinlichkeit zu befleißigen und namentlich nie eine Schale, einen Trichter oder ein Glas wegzuſtellen oder zu einer anderen als der eben daraus entfernten Subſtanz zu verwenden, ohne es vorher mit gewöhnlichem und dann mit Regenwaſſer zu ſpülen. Ein Austrocknen iſt alsdann nicht erforderlich.

Um die jedesmal in Arbeit zu nehmende Menge der verſchiedenen Subſtanzen richtig zu treffen, wird eine kleine Wage erforderlich ſein. Da es vor der Hand weder auf hohe Genauigkeit derſelben, noch darauf ankommt, große Mengen abzuwiegen, ſo wirſt du mit einer kleinen Kinderwage ſchon ausreichen, wie man ſie bei Spielwaarenhändlern zu kaufen bekommt. Ich rathe dir, ſie ſo an einem Ständer zu befeſtigen, der auf einem beſonderen Brettchen ſteht, daß ſie durch einen Faden auf und nieder gezogen werden und ſomit jeden Augenblick in Ruhe geſetzt werden kann. Figur 16 (ſiehe die folgende Seite) macht dir eine ſolche Vorrichtung deutlich. Dazu gehört eine Reihe von Gewichten, etwa von ½ Loth bis zu ½ Pfund.

Fig. 16.



Einer ſehr bequemen Vorrichtung kann ich nicht umhin, noch ſchließlich Erwähnung zu thun, nämlich der zum Zudecken der Schalen beſtimmten Doppelreifen; willſt du dir dieſe Erleichterung machen, ſo beſtelle etwa bei einem Küfer mehrere ½ bis ¾″ hohe Reifen von Schachtelholz, die je 2 und 2 etwas ſchwierig in einander paſſen und etwas größer ſind, als deine Schalen. Beim Gebrauche wird ein rundes Stück Fließpapier auf den größeren Reifen gelegt, das ringsum etwa 1″ überſteht und dann der zugehörige kleinere Reifen hineingeſteckt. So erhält man eine papierne Trommel, die einen ganz vortrefflichen Deckel für die Schalen abgiebt.

Fig. 17.

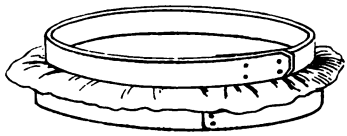
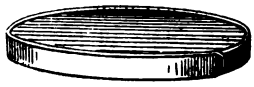


Fig. 18.



Somit wäre die erſte Einrichtung vollendet, und du hinreichend ausgerüſtet, eine Reihe von Verſuchen anzuſtellen, von denen ich dir die erſten und einfachſten im nächſten Briefe beſchreiben will.

3. Brief.

Auflösen. Filtriren (verschiedene Arten). Ausgießen. Abdampfen. Krystallisation des Kochsalzes, des Alauns.

Heute habe ich zunächst drei Operationen dich zu lehren: Auflösen, Filtriren und Abdampfen. Nimm etwa ¼ Pfund Kochsalz und löse es in Wasser auf, das zu diesem Zwecke auch Brunnenwasser sein darf. Die Auflösung geschieht unter öfterem Reiben des Salzes mit dem Wasser im Porzellanmörser, oder durch längeres Schütteln des Wassers mit dem Salze in einer deiner großen Flaschen, oder nur durch Umrühren in einem hohen Glase mit dem Glasstabe. Du wirst, wenn du das letztere thust, bemerken, daß sich in der Nähe des Salzes lange gewundene durchsichtige Streifen im Wasser zeigen; es rührt dieses von der Verschiedenheit des (obern) reineren Wassers und der (untern) salzreichen Auflösung her. Das Umrühren oder Schütteln, und, wenn erforderlich, das Zusetzen von neuem Salze muß so lange fortgesetzt werden, bis diese Erscheinung verschwindet, und zugleich die Salzmenge nicht mehr abnimmt. Ist dieser Punkt eingetreten, so ist die Lösung *gesättigt*, doch läßt er sich nur schwer mit völliger Genauigkeit erreichen, was übrigens auch nicht durchaus nothwendig ist.

Gleich nachher wirst du erfahren, daß bei anderen Stoffen das Auflösen unter Beihülfe von Wärme weit schneller geht. Beim Kochsalz jedoch ist es nicht merklich der Fall. Die erhaltene Auflösung ist in der Regel wegen der dem Kochsalze beigemischten Unreinigkeiten nicht völlig klar und durchsichtig; sie muß daher *filtrirt* werden.

Zu diesem Zwecke nimmt man ein quadratisches Stück Fließpapier und faltet es zweimal so, daß erst 2, dann alle 4 Ecken auf einander fallen; wenn man dann eine Ecke von den übrigen drei trennt, so nimmt

Fig. 19.

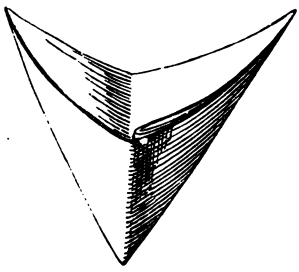
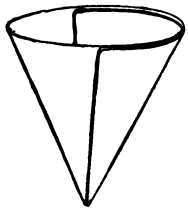


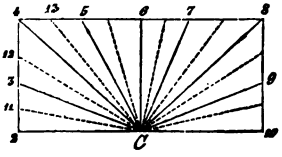
Fig 20.



das Papier die Gestalt eines Trichters mit vorstehenden Ecken an (Fig. 19); hat man aber vor dem Oeffnen das Papier rund abgeschnitten (wohlverstanden so, daß die 4 losen Ecken abfallen), so bildet sich beim Oeffnen ein regelmäßiger, oben offener Kegel und das fertige Filter wird ziemlich genau und glatt in einen Trichter passen, dessen Rand es nicht völlig erreichen darf. Lege nun drei schmale Glasstäbe so in einen Trichter, daß sie etwa gleich weit von einander abstehen, bringe dann das Filtrum hinein, benetze es und filtrire nun deine Salzlösung hindurch in eine Schale. Um die Glasstäbe in der erforderlichen Länge abzuschneiden verfahre folgendermaßen: Bezeichne an den Kanten des zu theilenden Glasstabes die Endpuncte des abzutrennenden Theiles durch Einschneiden, mit den Kanten eines anderen Stabes, und brich dann herzhaft den Stab an dieser Stelle entzwei; du wirst bald die Geschicklichkeit erlangen, dies zu bewirken, ohne daß Splitter entstehen (1).

(1) Um ohne eingelegte Glasstäbe recht rasch zu filtriren, wendet man auch, namentlich in Apotheken, die sogenannten Faltenfilter an. Ich will dir hier deren Verfertigung angeben, muß aber bemerken, daß ich dir den Gebrauch derselben nicht sonderlich empfehlen kann; dieser ist auch nur auf diejenigen Fälle beschränkt, wo das auf dem Filter Zurückbleibende **nicht** gesammelt werden soll. Im Allgemeinen bewirkt das Filtriren mit Glasstäben die Klärung der Flüssigkeit eben so schnell und es reißt dabei das Papier nicht so leicht, wie beim Faltenfilter. Die Anfertigung dieses letzteren geschieht folgendermaßen: Lege ein quadratisches Stück Papier in Form eines Rechtecks zusammen, bilde dann die Falte C—6 durch Aufeinanderlegen von 10 und 2, öffne das gefaltete Papier wieder zum Rechteck und lege 10 auf 6 und 2 auf 6, um die Falten C—8 und C—4 zu bilden; nachdem wieder Alles auseinandergelegt, bringe C—2 auf C—4; ferner C—4 auf C—6, ebenso C—10 auf C—8 und C—8 auf C—6; so entstehen die Falten C—3, C—5, C—7 und C—9. Alle diese Falten zeigen sich, wenn das Rechteck vor dir liegt, nach rückwärts geknickt. Nun lege 2 nach hinten auf 3, um die Falte C—11 zu erzeugen, ebenso 3 nach hinten auf 4, um C—12 zu erzeugen, und so fahre fort, bis zwischen allen früheren Falten neue in der entgegengesetzten Richtung entstanden und das ganze Papier in Zickzack gebogen erscheint. Dasselbe wird nun

Fig. 21.



In Bezug auf das Eingießen der Löſung auf das Filter will ich dir gleich eine Regel geben, welche ſich auf das Ausgießen aus weiten Gefäßen im Allgemeinen bezieht. Es fließt nämlich die Fluſſigkeit nur ſchwer aus Schalen u. ſ. w., ohne an deren Außenwandung hinabzulaufen, was aber unter keiner Bedingung geſchehen darf. Namentlich iſt die Schwierigkeit nicht unbedeutend, wenn das Ausgießen in ein verhältnißmäßig enges Gefäß, wie z. B. in einen Trichter gegoſſen werden ſoll, und nur ein geringer Theil derſelben auf einmal ausfließen darf. In ſolchen Fällen hilft man ſich durch einen Glasſtab, den man durch Eintauchen in die Flüſſigkeit damit benetzt und dann an die Ausflußſtelle ſchräg andrückt, ſo daß ſein unteres Ende ſich etwas über der Stelle befindet, wohin der Flüſſigkeitsſtrahl fallen ſoll — beim Filtriren alſo etwas über einen Punct der Filterwandung. Neigt man nun die Schale oder das Glas, ſo fließt deren Inhalt längs des Stabes herunter. Noch ſicherer, obwohl etwas umſtändlicher iſt dieſes Verfahren, wenn man vorher den äußeren Rand des Ausgußgefäßes mit etwas Talg beſtreicht, den man dazu in Form eines Kerzenſtückchens vorräthig haben muß, das bis auf einen kleinen vorſtehenden Rand in Papier gerollt und dann in eine Papierhülſe geſtellt, zu dieſem Zwecke bei der Hand ſein muß.

Fig. 23.

Du wirſt wohl daran thun, dich durch einige Verſuche mit reinem Waſſer in dieſem Aus- und Eingießen zu üben, das ſo bewerkſtelligt werden muß, daß weder durch Spritzen noch durch andere Urſachen auch nur ein Tropfen verloren geht. Beim Filtriren iſt ferner Sorge zu tragen, daß die untergeſtellte Schale ſo hoch ſteht, daß die Tropfen gleich, wenn ſie ſich vom Trichter trennen, die Wand der Schale berühren und nicht hoch herabfallen (weil ſonſt beim Fallen eines jeden Tropfens die Flüſſig-

durch einen gemeinſamen Schnitt ziemlich kreisförmig abgeſchnitten und das Ganze in der hohlen Hand auseinandergelegt; zwei Paar Falten erſcheinen dann noch in derſelben Richtung; zwiſchen dieſen wird noch je eine neue eingebogen und das Filter dann in einen Trichter in möglichſt ſymmetriſche Ordnung gelegt.

Fig. 24.

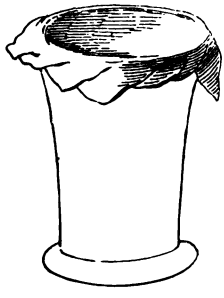
Zu bemerken iſt, daß die Falten nicht allzuſcharf bis zum Mittelpunkt gehen müſſen, weil ſonſt das Papier hier leicht reißt.

Fig. 24.

keit verſpritzt). Filtrirſt du ohne Ständer in eine Flaſche, ſo mußt du ein Stückchen Kordel zwiſchen Trichter und Flaſchenhals ſtecken, damit die Luft entweichen kann (Fig 24), welche von der eintröpfelnden Flüſſigkeit verdrängt wird. Du wirſt nun gleich erkennen, ob dein Filtrirpapier brauchbar iſt: Die Salzlöſung muß nämlich völlig klar und nicht allzu langſam durchlaufen. Iſt es nicht der Fall, und wird ſie auch zum zweiten oder dritten Male aufgegoſſen noch nicht klar, ſo iſt das Papier (es ſei denn daß das Filter durchlöchert wäre) zu verwerfen und du mußt dich nach anderem umſehen. Die Löſung, die nach ein- oder mehrmaligem Filtriren klar geworden iſt, ſetze nun, mit Fließpapier bedeckt, an eine warme Stelle in die Nähe des Ofens. Das Bedecken geſchieht entweder mittelſt der zu Ende meines vorigen Briefes beſchriebenen Papiertrommel, oder mittelſt eines Papierſtückes, das durch einen Glasſtab beſchwert wird, oder endlich in folgender Weiſe: Schneide ein Stück Papier etwas größer, als das zu bedeckende Glas, lege es darauf, drücke es mit der einen Hand an und lege mit der anderen das Ueberſtehende ſo in Falten (Fig. 25), daß der Rand möglichſt

Fig. 25.

Fig. 26.



feſt an der Wand des Gefäßes anliegt (Fig. 26). Beiſtehende Figur wird dir dieſes Verfahren wohl hinlänglich verſinnlichen, obwohl es ſchwer hält, brieflich etwas klar zu machen, was ſich kaum anders als durch Vormachen lehren läßt.

Die auf die eine oder andere Weiſe vor Staub geſchützte Salzlöſung überlaſſe nun einſtweilen ihrem Schickſal; während ſie allmälig eine andere Geſtalt annimmt, wollen wir noch ein Paar andere Stoffe in ähnlicher Weiſe behandeln.

II. Ein halbes Pfund Alaun pulvere mittelſt eines Hammers (ſ. d. v. Brief) und übergieße das grobe Pulver in einer Schale mit ziemlich viel (Regen-) Waſſer, erwärme das Ganze auf dem Sandbade allmälig und unter fleißigem Umrühren mit einem Glasſtabe. Anfangs löſt ſich der Alaun nur langſam auf, ſo wie aber das Waſſer heißer wird, wird es immer ſchneller gehen, weil der Alaun ſich in heißem Waſſer in viel größerer Menge auflöſt, als in kaltem.

Haſt du z. B. 8 Loth Alaun und Waſſer von 20°, ſo brauchſt du ziemlich genau 50 Loth davon zur Löſung; nimmſt du aber 50 Loth ſiedendes Waſſer, ſo kannſt du darin 5½ Pfund Alaun, alſo die 22fache Menge, auflöſen. Natürlich werden hiervon nach dem Erkalten der Löſung auf 20° nur noch 8 Loth aufgelöſt bleiben können; die übrigen 5¼ Pfund werden ſich in feſter Geſtalt aus der Löſung abſcheiden müſſen; da der Alaun dabei die ihm eigenthümliche regelmäßige Geſtalt in allen Theilen annimmt, ſo ſagt man, er kryſtalliſire heraus. Die abgeſchiedenen einzelnen Alaunkörperchen nennt man nämlich Kryſtalle, womit überhaupt eine Gattung von Körpern bezeichnet wird, die du allmälig noch näher kennen lernen wirſt.

Ich komme auf unſere Löſung von ½ Pfund Alaun in heißem Waſſer zurück. Iſt ſie nicht völlig klar, ſo muß ſie filtrirt werden, nachdem zuvor Trichter und Schale an einer nicht zu heißen Stelle des Sandbades erwärmt worden ſind. Es iſt hierbei aber nicht außer Acht zu laſſen, daß das Filtrum *nicht* benetzt werden darf, weil ſonſt der heiße Trichter durch die Berührung mit dem naſſem Papier ſpringen würde. Die völlig klare Auflöſung wird endlich wohl bedeckt mit dem warmen Sandbade zur langſamen, ungeſtörten Abkühlung bei Seite geſtellt.

Es können nun, je nach der Menge des angewendeten Waſſers, verſchiedene Fälle eintreten: Entweder du haſt ſie ſo getroffen, daß ſie allen Alaun auch in der Kälte zu löſen im Stande iſt — dann wird natürlich beim Erkalten nichts ausgeſchieden werden, nichts herauskryſtalliſiren. Oder ſie iſt nur ſo groß, daß ſie den Alaun zwar in der Hitze, nicht aber in der Kälte aufgelöſt halten kann — dann muß das, was ſie mehr enthält als ſie beim Erkalten löſen kann, beim Abnehmen der Wärme allmälig abgeſchieden werden und herauskryſtalliſiren.

Natürlich beträgt die abgeſchiedene Menge um ſo mehr, je geringer die Waſſermenge im Verhältniß zur Alaunmenge war. Wir werden bald ſehen, wie du es dieſes Mal getroffen haſt. Mittlerweile magſt du deine Zeit zu ein Paar weiteren Verſuchen benutzen. Daß der Alaun ſich nicht allein ſo verhält, kannſt du dir wohl leicht denken. Willſt du ſelbſt die Probe machen, ſo ſtelle ein ganz ähnliches Experiment

mit zwei anderen Körpern an, die du ebenfalls noch in der Folge benutzen kannſt.

III. Der erſte iſt das gelbe chromſaure Kali, wovon du etwa 4 Loth gerade ſo behandeln magſt, wie du es mit dem Alaun gemacht; der zweite iſt Salpeter, bei dem ich dir die Anwendung einer größeren Menge, etwa eines Pfundes, empfehle. Bei allen ſorge namentlich, ſie recht ruhig und langſam verkühlen zu laſſen, und unterdeſſen das Hineinfallen von Staub zu verhüten.

Ich ſehe zwar, wie du den Kopf über meine kleinlichen Räthe ſchüttelſt und lächelſt, daß ich dir das ſo oft ſage, aber dieſe Dinge ſind nur ſcheinbar Nebenſachen, und nicht oft genug kann man darauf aufmerkſam machen. Im nächſten Briefe, ſage ich dir, was wir nun weiter zu thun haben.

4. Brief.

Kryſtalliſation des Kochſalzes, des Alauns, des Salpeters, des chromſauren Kalis. Wachſen der Kryſtalle.

Wenn du heute die Decken deiner verſchiedenen Schalen lüfteſt, ſo werden ſich die darin enthaltenen Körper unter ganz verändertem Gewande deinen Blicken darbieten; kaum wirſt du glauben, daß es noch dieſelben ſeien. In der Kochſalzlöſung wirſt du vielleicht noch keine weitere Aenderung wahrnehmen, als daß einzelne würfelförmige ſchneeweiße Körperchen auf der Oberfläche ſchwimmen. Warte den Verlauf ruhig ab: ſie werden bald ſich in eigenthümlicher Weiſe vergrößern. In den Löſungen der übrigen Stoffe aber wirſt du, falls du ſie nicht mit allzu viel Waſſer verſorgt haſt, am Boden der Schale ſcheinbar fremde Eindringlinge, feſte, regelmäßig geformte Körper finden. Gieße die überſtehenden Flüſſigkeiten jede in ein beſonderes Gefäß ab, laſſe den Rückſtand ſorgfältig abtropfen und ſpüle ihn mit ein wenig reinem Waſſer ab. Beim Alaun ſind die erhaltenen Körperchen entweder zu größeren Klumpen vereinigt, die an verſchiedenen Punkten feſtſitzen, oder ſie bilden eine harte, zuſammenhängende Kruſte, oder endlich ſie ſtellen ſich dir in Geſtalt zerſtreuter kleinerer Gruppen dar, die ſich leicht in einzelne Körperchen trennen laſſen. Dieſe haben ſtets eine von den beiden nebenbezeichneten Geſtalten (Fig. 27 u. 28);

Fig. 27.

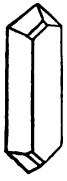
Fig. 28.

ſie erreichen die Größe der Figuren etwa zur Hälfte. Die Ecken und Kanten von einigen dieſer Kryſtalle müſſen ſämmtlich ſehr ſcharf und ohne Fehler ausgebildet, die Flächen glatt, ſpiegelnd und ohne Eindrücke von nebenliegenden Kryſtallen ſein. Iſt dies der Fall, ſo iſt dir dein Verſuch vollſtändig gelungen, im anderen Falle war die angewandte Waſſermenge zu gering, oder die Abkühlung zu plötzlich; dann bleibt dir nichts Anderes übrig, als den Verſuch zu wiederholen und die Urſache des

Mißlingens zu vermeiden zu ſuchen. Laſſe dich dieſe Mühe nicht verdrießen, und ſollte es dir ſelbſt nach wiederholten Malen nicht gelingen wollen, einzelne Körper von der bezeichneten Geſtalt zu erhalten, ſo iſt ſtets bei dem folgenden Verſuch die Quantität des Waſſers zu vermehren, oder mit den erhaltenen unbrauchbaren Kryſtallen zugleich zu vermindern, wobei die von den Kryſtallen abgegoſſene Flüſſigkeit, die Mutterlauge, natürlich immer wieder verwendet wird.

Aehnlich ſind die Erſcheinungen, welche das gelbe chromſaure Kali darbietet, und ähnlich das Ziel, was du auch hierbei zu erreichen ſuchen mußt.

Fig. 29.



Nur iſt die Geſtalt der Kryſtalle eine ganz andere; ich zeichne ſie dir hier ab (Fig. 29). Beim Salpeter gelingt es nur ſelten, einzelne wohl ausgebildete Kryſtalle zu erzielen; es bilden ſich immer Gruppen von langen, ſpitzen, hellglänzenden, nadelartigen Säulen, die mehr oder weniger ſtrahlenförmig zuſammenſtehen (Fig. 30). Je größer die angewendete Menge Salpeter war, und je langſamer bei einer ziemlich geringen

Fig. 30.

Menge Waſſer die Abkühlung vor ſich ging, deſto ſchöner fallen dieſe Kryſtallklumpen aus. Vor der Hand ſind ſie nicht weiter zu benutzen; laſſe ſie daher auf einem Ziegelſtein behutſam an einem kühlen Orte und vor Staub geſchützt trocknen und bringe ſie dann zum Aufbewahren in eine reine Flaſche.

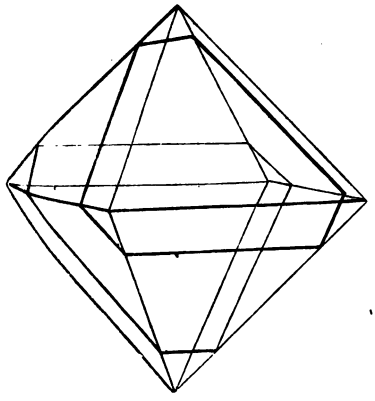
Bei dem farbloſen Alaun und bei dem gelben chromſauren Kali ſollen indeß deine Verſuche hier noch nicht abſchließen, vielmehr ſollſt du daran erfahren, in welcher Weiſe Kryſtalle ſich vergrößern können. Zunächſt wähle von jedem der beiden Körper drei oder vier der größten und ſchönſten Kryſtalle aus, trockne ſie mit Löſchpapier behutſam ab, und lege ſie einſtweilen bei Seite. Nun ſuche von deinen Schalen zwei der kleinſten mit möglichſt flachem Boden aus, oder nimm ein Paar etwas tiefe porzellanene Untertaſſen, lege in die eine die farbloſen, in die andere die gelben Kryſtalle möglichſt weit auseinander, und gieße von der gewöhnlichen Mutterlauge ſo viel darüber, daß ſie etwa ½″ hoch davon bedeckt ſind. Dann ſchütze die Schalen mittelſt Fließpapier vor Staub und ſtelle ſie in einen Schrank, wo ſie keine Erſchütterung treffen kann. Nach ein Paar Tagen wirſt du bei genauerem Nachſehen finden, daß die Kryſtalle größer geworden — gewachſen — ſind; du kannſt ſie nun beliebig lange fortwachſen laſſen, wenn du nur Sorge trägſt, daß ſie ſtets mit reiner geſättigter Mutterlauge mehrere Linien hoch bedeckt ſind und bei gewöhn

licher Temperatur ruhig und vor Staub geschützt stehen. — Das Wachsen der Krystalle erfolgt durch Ansetzen von dünnen Lagen derselben Masse an die Oberfläche, und es umgiebt sich daher der ursprüngliche Kern mit einer immer dicker werdenden Hülle. Da sich diese jedoch an der unteren Fläche, wo der Krystall aufliegt, nicht ansetzen kann, so siehst du leicht ein (Fig. 31), daß letztere sich verhältnißmäßig mehr vergrößern muß, als die anderen. Es wird also, wie du auch an dem hier gezeichneten Durchschnitte eines Krystalls mit seinen angesetzten Schichten sehen kannst, die ursprüngliche Gestalt verändert werden. Will man diese aber nicht beeinträchtigt sehen, so hat man nur den Krystall bisweilen umzudrehen und so jeder Fläche das stärkere Wachsthum zukommen zu lassen.

Fig. 31.

Auch kann man sich diesen Umstand zu Nutze machen, wenn man z. B. beim Alaun aus der Form 28 die Form 27 hervorbringen will.

Fig. 32.



Es entsteht nämlich die letztere Gestalt aus der ersteren, wenn diese nach der Richtung der geringsten Dicke nach jeder Seite um eine starke Schichte wächst, wie du aus nebenstehender Figur ersehen wirst. Die kleinen dreieckigen Flächen müssen also größer werden, der Zuwachs der Masse aber an den großen Flächen stattfinden.

Man hat also nur die Krystalle abwechselnd auf die kleinen Flächen an der schmalen Seite zu stellen, um allmälig regelmäßige Octaeder zu erzielen. Ein solcher Versuch ist ebenso belehrend als leicht anzustellen; versäume also nicht, einige deiner Krystalle genau dem bezeichneten Verfahren zu unterwerfen, nur mußt du die Geduld haben, es mehrere Wochen lang fortzusetzen. Sollte es sich während dieser Zeit finden, daß sich in der überstehenden Mutterlauge eine Trübung zeigte, oder daß sich neben deinen wachsenden Krystallen noch neue bildeten, so ist beides sorgfältig zu entfernen, und zwar wird zuerst die Mutterlauge abgegossen. Hierauf werden die in Behandlung befindlichen Krystalle sorgfältig von den etwa neu gebildeten abgesondert und einzeln abgetrocknet, und in einer anderen Schale mit der nöthigenfalls filtrirten Mutterlauge wieder übergossen.

Für heute will ich hier schließen, denn die Erscheinungen, die du nun weiter zu beobachten hast, zeigen sich doch erst im Verlaufe einiger

Tage, und wenn ich auch heute ziemlich weit vorgegriffen habe, will ich doch nun damit aufhören. Werde mir nur nicht ungeduldig bis zu meinem nächſten Briefe, ſondern wiederhole lieber den einen oder den anderen Verſuch nochmals, etwa mit einem anderen Körper, wie Chili-ſalpeter oder Soda.

5. Brief.

:größerung der Kochſalzkryſtalle. Kryſtalliſation durch raſche Verdampfung. Geſtörte Kryſtalliſation des Salpeters. Anſchaffung der Materialien für die nächſten Verſuche.

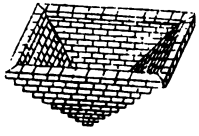
Was für Veränderungen chromſaures Kali und Alaun ſeit ihrer ſung erlitten haben, oder noch erleiden werden, wirſt du wohl hinichend in meinem vorigen Briefe angedeutet finden, um den Verlauf r Kryſtalliſation ohne weitere nähere Beſchreibung zu beobachten.

Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 36.



Nur über das Kochſalz habe ich noch Einiges zu bemerken. Wenn du heute darnach ſiehſt, wirſt du einige neue Kryſtalle in der Geſtalt einfacher Würfel an der Oberfläche ſchwimmend oder am Boden liegend finden; andere aber werden ſich in eigenthümlicher Weiſe vergrößert haben, nämlich durch Anſetzen ähnlicher Würfel an den Kanten des zuerſt gebildeten, wodurch eine Art Näpfchen gebildet erſcheint (Fig. 33), dieſes umgiebt ſich dann ſpäter mit einem neuen ähnlichen Kranze (Fig. 34), und ſo geht das Spiel noch einige Zeit weiter (Fig. 35). Warte noch einige Tage, und du wirſt mehrere größere ſolcher Näpfchen vorfinden, die ſo lange zunehmen, bis endlich das Ganze zu ſchwer wird und unterſinkt, dann zeigt jedes gar ſchön die bekannte Geſtalt (Fig. 36) der gewöhnlichen größeren Kochſalzkryſtalle.

Haſt du einen ſolchen erhalten, ſo iſt der Verſuch beendigt und du magſt den Reſt der Löſung entweder als ſolchen in der Haushaltung verwenden laſſen, wo ſie z. B. zum Waſchen der Butter gar trefflich

iſt, oder ſie in einer Schale auf dem Sandbade etwas ſchnell zur völligen Trockene verdampfen laſſen. In dieſem Falle bekommſt du ein ſchneeweißes, nicht grobes Salz, das ſich, namentlich wenn es ſcharf erhitzt worden, im Mörſer leicht ſehr fein reiben läßt, worauf es dann trefflich als Tiſchſalz zu gebrauchen iſt. Unterſuchſt du das bei raſchem Verdampfen erhaltene feine Salzpulver durch eine Lupe, ſo wirſt du es aus lauter kleinen Würfeln beſtehend finden, welche den größeren, bei langſamer Kryſtalliſation zu Anfang erhaltenen völlig ähnlich ſind. So nehmen alle kryſtalliſirbaren Körper unter allen Umſtänden ein und dieſelbe Form an, wenn auch Urſachen eintreten, welche die deutliche Wahrnehmung derſelben erſchweren oder unmöglich machen.

Noch vielfach wirſt du Gelegenheit haben, dieſes zu beobachten; ein recht belehrendes Beiſpiel hiervon bietet z. B. folgender Verſuch:

IV. Löſe in der Sandhitze einige Loth Salpeter in wenig Waſſer auf, bringe die Löſung in ein hohes Glas, ſtelle dieſes (langſam und allmälig, daß es nicht ſpringe!) in ein Gefäß mit kaltem Waſſer und rühre die Salpeterlöſung mit einem Glasſtabe ſo lange um, bis ſie vollſtändig erkaltet iſt. Du wirſt dann eine Menge Körperchen entſtehen ſehen, die in der klaren Flüſſigkeit ſchwimmen, und ſich in immer größerer Menge bilden. In der Ruhe werden ſie als ein weißer Bodenſatz niederfallen. Die klare Flüſſigkeit gieße dann ab, ſpüle den Rückſtand mit etwas Waſſer ab, und trockne ihn durch Aufgießen auf einen mit Fließpapier bedeckten Ziegelſtein. Wenn du das ſo erhaltene Pulver unter dem Vergrößerungsglaſe betrachteſt, ſo wirſt du erkennen, daß es aus kleinen Kryſtällchen beſteht, die den großen Salpeterkryſtallen, die du neulich erhielteſt, vollkommen ähnlich ſind; dieſe Kryſtalliſation nennt man eine geſtörte und das erhaltene Pulver Kryſtallmehl. Alle Körper, welche in warmem Waſſer ſich in größerer Menge löſen, als in kaltem, oder mit anderen Worten, die man durch Erkalten kryſtalliſiren laſſen kann, kann man auch durch geſtörte Kryſtalliſation als Kryſtallmehl erhalten.

Es gilt dies alſo auch vom Alaun und überhaupt von ſämmtlichen Körpern, die du bisher kennen gelernt haſt, mit alleiniger Ausnahme des Kochſalzes. Da die fremden Einmengungen, welche ſich in den verſchiedenſten Subſtanzen vorfinden, wenn dieſelben nicht mit beſonderer Sorgfalt bereitet worden ſind, bei einer langſamen Kryſtallbildung ſich leicht mit ausſcheiden, ſo pflegt man die geſtörte Kryſtalliſation nicht ſelten zur Reinigung der betreffenden Stoffe anzuwenden, und ich werde ſpäter noch öfter auf dieſe Verſuche hinweiſen müſſen.

In meinem nächſten Briefe werde ich dir Anleitung geben, durch die einfachen Operationen des Auflöſens, Filtrirens und Kryſtalliſirens

verſchiedene Subſtanzen darzuſtellen. Schaffe dir mittlerweile zu dieſem Zwecke folgendes an:

½ Pfund Strontianit,
4 Loth weiße Magneſia,
1 Pfund gewöhnliche Schwefelſäure (Vitriolöl),
4 Pfund Antimonmetall,
1½ Pfund Scheidewaſſer,
8 Loth rothes chromſaures Kali, auch doppelt-chromſaures Kali genannt,
½ Pfund gewöhnliche Potaſche.

Dies alles wirſt du in einer Material- und Farbwaarenhandlung leicht und ohne beſondere Koſten haben können; die Schwefelſäure und das Scheidewaſſer ſind in Flaſchen aufzubewahren, die mit gläſernen eingeriebenen Stöpſeln verſehen ſind (ſ. oben Brief 2, Fig. 15).

6. Brief.

Darſtellung von ſalpeterſaurem Strontian; Erklärung. Darſtellung der ſchwefelſauren Magneſia; Erklärung. Darſtellung des Antimonoxyds; Trocknen im Trichter.

Die nun vorzunehmende Darſtellung verſchiedener Präparate hat weniger den Zweck, dich die Darſtellung ſelbſt kennen zu lehren, als dich in den erlernten Operationen noch weiter zu üben.

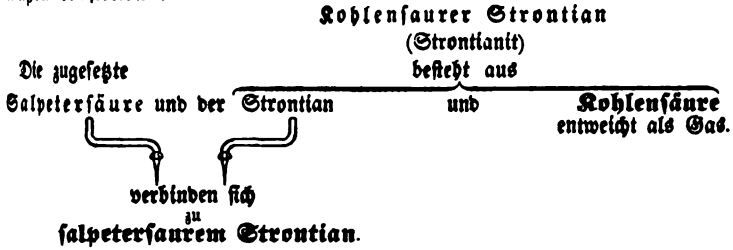
V. Den Strontianit zerſchlage mit dem Hammer in möglichſt kleine Stücke, bringe ſie in eine Schale und übergieße ſie mit etwa 1 Pfund Scheidewaſſer.

Der Strontianit beſteht aus einem dem gebrannten Kalke ſehr ähnlichen Körper, dem Strontian, und einer Luftart, welche Kohlenſäure genannt wird; das Scheidewaſſer iſt eine Auflöſung einer eigenthümlichen Flüſſigkeit, die man Salpeterſäure nennt, in Waſſer. Dieſe Salpeterſäure beſitzt nun eine ſtärkere Neigung ſich mit dem Strontian zu vereinigen, als die Kohlenſäure: deshalb wird dieſe letztere durch die Salpeterſäure (im Scheidewaſſer) vertrieben. Dieſe vereinigt ſich an der Stelle der beſiegten Kohlenſäure mit dem Strontian und die Kohlenſäure muß ganz beſcheiden ſich entfernen. Da ſie eine Luftart iſt, ſo entweicht ſie unter ſtarkem Aufwallen oder Aufbrauſen, d. h. unter Entwickelung von Luftblaſen, während in der Flüſſigkeit die nun entſtandene Verbindung der Salpeterſäure und des Strontians zurückbleibt. Man benennt die Verbindung einer Säure mit irgend einem Stoff, indem man vor den Namen des letzteren den in ein Eigenſchaftswort verwandelten Namen der Säure ſetzt, und es heißt alſo die Verbindung von Strontian und Kohlenſäure „kohlenſaurer Strontian“, welcher Ausdruck alſo mit Strontianit gleichbedeutend iſt.

Beſſer würde man freilich Kohlenſäure-Strontian ſagen, doch der andere Name iſt einmal gebräuchlich und wir wollen wenigſtens einſtweilen noch keine Neuerungen in der Sprache der Chemie machen, obwohl ſie deren gar mannichfach bedürftig iſt.

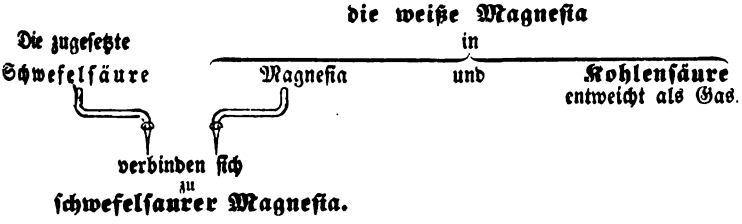
Es wird dir hiernach nicht ſchwer halten, den Namen der nach völliger Vertreibung der Kohlenſäure entſtandenen Subſtanz zu finden.

Da ſie aus Salpeterſäure und Strontian beſtehen muß, ſo heißt ſie „ſalpeterſaurer Strontian.“ Wir können dieſe „Zerſetzung“ folgendermaßen darſtellen:



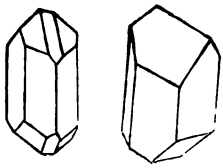
Der gebildete ſalpeterſaure Strontian iſt im Waſſer löslich; du haſt alſo ſo lange von Zeit zu Zeit und unter Umrühren Scheidewaſſer zuzuſetzen, bis der größte Theil des Strontians bei gelindem Erwärmen verſchwunden (als ſalpeterſaurer Strontian aufgelöſt) iſt. Ich ſage der größte Theil, denn es iſt beſſer, es bleibt ein Theil davon unzerſetzt, als es kommt zuviel „überſchüſſige“ Säure in die Löſung. Gieße nun, nachdem du das Ganze noch etwas ſtärker erwärmt haſt, die Flüſſigkeit auf ein Filter, dampfe die klare Löſung etwa auf die Hälfte ein und laſſe ſie durch Erkalten kryſtalliſiren. Aus der von den Kryſtallen abgegoſſenen Mutterlauge kannſt du dann ein oder zweimal durch Abdampfen und Erkaltenlaſſen Kryſtalle bekommen. Trockne ſie alle wohl ab und hebe ſie in einer Flaſche auf. Später werden wir ihrer bedürfen (1).

VI. Die weiße Magneſia rühre mit ziemlich viel Waſſer zu einem dünnen Brei an, und ſetze ganz allmälig Schwefelſäure zu, bis auch nach dem Umrühren kein Aufbrauſen mehr ſtattfindet. Es geht hier etwas ganz Aehnliches vor wie vorhin; nur beſteht die weiße Magneſia aus Kohlenſäure und Magneſia und wir haben daher Magneſia ſtatt Strontian und Schwefelſäure ſtatt Salpeterſäure.



(1) Macht es dir Spaß, ſo kannſt du dich ſchon jetzt von einer merkwürdigen Eigenſchaft dieſer Subſtanz überzeugen. Wenn man ſie auf dem Ofen ſorgfältig trocknet, dann fein pulvert und mit etwas Schwefelblumen miſcht, ſo brennt dieſe Miſchung, angezündet, mit prachtvoll purpurrother Flamme. In der That iſt der ſalpeterſaure Strontian die Grundlage aller ſogenannten Rothfeuer.

Fig. 37.



Aus der filtrirten und abgedampften Lösung erhältst du durch Abkühlung in der dir nun schon bekannten Weise Krystalle, welche die Form wie Fig. 37 zeigen; sie bestehen aus schwefelsaurer Magnesia oder Bittersalz. Warum sie so heißen, davon kannst du dich leicht durch den Geschmack überzeugen; endlich hebe sie wohl getrocknet in einer reinen Flasche auf.

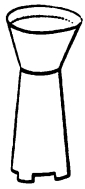
VII. Das Antimonmetall schlage erst mit dem Hammer in kleine Stücke, dann pulvere diese im Mörser recht fein und übergieße das mit etwas Wasser angerührte Pulver in einer Schale mit Scheidewasser, das vorher durch Wasser auf etwa sein doppeltes Gewicht gebracht worden ist. Es werden sich rothe Dämpfe in großer Menge entwickeln; hüte dich, zuviel davon einzuathmen, denn sie riechen eigenthümlich unangenehm und sind giftig; nimm den Versuch daher lieber am offenen Fenster vor. Hat die Entwickelung der rothen Dämpfe aufgehört, so setze wieder etwas Scheidewasser zu, und so einige Zeit lang fort. Ist die Gasentwickelung allzu stark, so daß die Masse hoch aufschäumt und aus dem Gefäße zu steigen droht, so wird sie durch Zusatz von etwas Wasser gemildert; ist sie zu schwach, so wird sie durch etwas ungemischtes Scheidewasser oder durch Erwärmen verstärkt. Du wirst unterdessen bemerken, daß sich das Antimon allmälig in ein weißes Pulver verwandelt, und daß die Entwickelung der rothen Dämpfe (nöthigenfalls unter Beihülfe von Wärme) so lange fortdauert, bis sämmtliches Antimon diese Veränderung erlitten hat. Dieses weiße Pulver ist eine Verbindung des Antimonmetalls mit einem „Sauerstoff“ genannten Körper, und trägt den Namen „Antimonoxyd“. Der Sauerstoff, womit das Antimon sich verbunden hat, war früher in der Salpetersäure enthalten und ist derselben von dem Antimonmetall entzogen worden. Dadurch mußte natürlich ein neuer Körper aus der Salpetersäure entstehen, welcher, wie leicht ersichtlich, sauerstoffärmer ist, als diese.

Dieser Körper ist die Luftart, welche in Gestalt rother Dämpfe entweicht.

Wenn die Gasentwickelung aufgehört hat, muß das Antimonoxyd noch durch wiederholtes Aufkochen mit Wasser gewaschen werden, wonach jedesmal die Flüssigkeit durch Absitzenlassen und Abgießen von dem Pulver zu trennen ist, dann wird filtrirt, und zwar durch ein Filter, welches glatt, ohne Glasstäbe im Trichter liegt, und endlich, nachdem alles abgelaufen, noch ein Paar Mal heißes Wasser auf das auf dem Filter befindliche Pulver gegossen.

Für unsere Zwecke ist dieses nunmehr rein genug und wird auf dem Sandbade in der Weise getrocknet, daß der Trichter mit Filter und

Fig. 38.



Pulver bedeckt auf eine Blechröhre gesteckt wird, welche so weit ist, daß der Trichter darin steckt, ohne umzukippen, und so hoch, daß die Spitze desselben unten nicht vorsteht. Beistehende Figur wird dir diese einfache Vorrichtung deutlich machen.

Wenn nach einigen Tagen der Inhalt des Filters so trocken geworden, daß er sich staubig anfühlt, so wird das fertige Präparat sorgfältig vom Papier losgelöst und ist zum Aufbewahren in einem wohlgetrockneten Fläschchen bereit.

In Bezug auf das Reinigen der Präparatenflaschen sage ich dir zum Schlusse meines Briefes noch ausdrücklich, daß es sehr sorgfältig geschehen muß, worauf sie dann mit Fließpapier dergestalt auszutrocknen sind, daß die hineingebrachte Substanz auch nicht im Geringsten irgend wo haften bleibt. Ein gebogener Draht leistet dabei gute Dienste, und sollte es sich beim Einfüllen des Präparates zeigen, daß dieses noch irgendwo am Glase hängen bleibt, so ist dasselbe auszuleeren und beides, sowohl Präparat als Glas, wiederholt abzutrocknen.

7. Brief.

Aufschlüsse. Darstellung des gelben chromsauren Kalis; Erklärung. Darstellung des Chromalauns. Materialien zu den nächsten Versuchen.

Ehe ich dir heute Anleitung zu neuen Arbeiten gebe, muß ich dir die Erscheinung erklären, von der du mir geschrieben, und die dich so unangenehm berührt; nämlich das plötzliche Kleinerwerden deiner größten und das völlige Verschwinden deiner kleineren im Wachsen begriffenen Alaunkrystalle. Nur von zwei Ursachen kann dies herrühren: Es ist entweder erstens in dem Zimmer, worin die Krystalle und ihre in einer niederen Temperatur gesättigte Mutterlauge standen, eine Zeit lang so warm geworden, daß diese letzteren eine bedeutendere Menge Alaun zu lösen vermochten, die sie dann natürlich von den vorhandenen Krystallen genommen hat. Oder es war zweitens die Mutterlauge, die du zuletzt darauf gegossen, nicht völlig gesättigt. Entweder hast du sie durch bloßes Auflösen von Alaun in der Kälte bereitet, oder du hattest gar die erwärmte Lösung nicht sorgfältig so weit und vollständig erkalten und so lange stehen lassen, bis bei der gewöhnlichen Temperatur ein Theil des Alauns herauskrystallisirt war, denn, wie du leicht einsehen wirst, ist nur die Mutterlauge unzweifelhaft gesättigt, die von daraus angeschossenen Krystallen abgegossen ist.

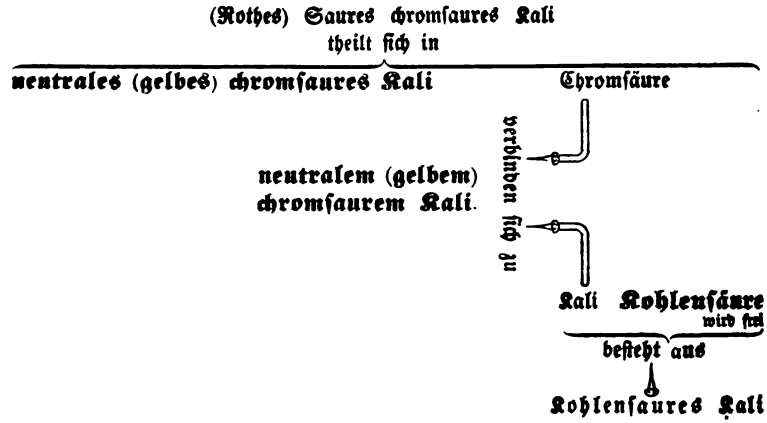
Diese Erklärung wird dich hoffentlich befriedigen und dein Augenmerk in Zukunft auf diese Umstände gerichtet sein; deshalb fahre ich in den zunächst vorzunehmenden Manipulationen fort.

VIII. Von dem rothen chromsauren Kali mache eine kalte, möglichst concentrirte klare Lösung, auf der anderen Seite rühre die Potasche mit wenig Wasser zu einem dünnen Brei an. Ich sage absichtlich mit wenig Wasser, denn es wird so ein gewisser Grad von Reinigung der Potasche erzielt, indem durch die geringe Menge Wasser nur diejenigen

Beſtandtheile der Potaſche aufgelöſt werden können, welche ſich ſehr leicht auflöſen laſſen. Es bleiben mithin die ſchwerer löslichen Beſtandtheile größtentheils ungelöſt zurück und die filtrirte Löſung enthält weit reinere Potaſche. Dieſe beſteht aus einer Verbindung der dir ſchon bekannten Kohlenſäure mit einem „Kali“ genannten Körper, welcher mit dem früher erwähnten Kalk und der Magneſia viele Aehnlichkeit beſitzt und damit zur ſelben Klaſſe von chemiſchen Verbindungen gerechnet wird. Dieſe Löſung von kohlenſaurem Kali wird nun mit der Löſung des chromſauren Kalis — ich brauche dir nicht zu ſagen, daß daſſelbe eine Verbindung von Chromſäure und Kali iſt — ſo lange vermiſcht, bis die rothe Löſung gelb geworden iſt und kein Brauſen von entweichender Kohlenſäure mehr ſtattfindet (1).

Um den hierbei vor ſich gehenden Proceß zu verſtehen, mußt du wiſſen, daß das gelbe oder ſogenannte neutrale chromſaure Kali (das du wohl noch von früherher kennſt) nicht eine Verbindung von Chromſäure und Kali in beliebiger Menge iſt, ſondern daß ſtets dieſe beiden Körper in demſelben Verhältniſſe darin enthalten ſind; 47½ (Gewichts-) Theile Kali ſind darin nämlich genau mit $50\frac{7}{10}$ (Gewichts-) Theilen Chromſäure verbunden. Es kann aber dieſelbe Menge chromſaures Kali noch einmal eben ſo viel Chromſäure aufnehmen, als ſie bereits enthält; dadurch wird es zu rothem oder ſaurem chromſaurem Kali; dann nehmen alſo $97\frac{4}{10}$ Gewichtstheile neutrales chromſaures Kali noch einmal $50\frac{7}{10}$ Theile Chromſäure auf und verbinden ſich damit zu 148½ Theilen rothem chromſaurem Kali, welches demnach auf 47½ Theile Kali 100½ Theile Chromſäure enthält. Hierin iſt die eine Hälfte der Chromſäure nur loſe an das Kali gebunden, weshalb es auch ſauer heißt, und alſo im Stande, in gleicher Weiſe wie die ihr ſehr ähnliche Schwefelſäure (Präp. VI) ſchwächere Säuren aus ihren Verbindungen auszutreiben. Bieten wir ihr alſo z. B. kohlenſaures Kali, ſo verjagt ſie deſſen Kohlenſäure und verbindet ſich mit dem Kali. Während hierbei durch Austreten der einen Hälfte der Chromſäure aus dem rothen chromſauren Kali das gelbe neutrale wieder hergeſtellt wird, vereinigt ſich die ausgetretene Säure mit dem Kali des kohlenſauren Kalis ebenfalls zu gelbem chromſaurem Kali, von welcher Subſtanz demnach das doppelte von derjenigen Menge erhalten wird, welche in dem ſauren chromſauren Kali mit Chromſäure verbunden war. Das Ganze geht nach folgendem Schema vor:

(1) Die übrige Potaſchenlöſung verwahre in einer geſchloſſenen Flaſche, wir werden ihrer ſpäter bedürfen.



Die ſo erhaltene Löſung von gelbem chromſaurem Kali haſt du nun nur noch einzudampfen, um beim Erkalten Kryſtalle von neutralem chromſaurem Kali zu erhalten.

IX. Du kannſt ſie zur Darſtellung eines ſehr ſchönen und intereſſanten Körpers benutzen. Indeſſen kann ich dir jetzt noch nicht die Erklärung dieſer Darſtellung geben, da deine chemiſchen Kenntniſſe zu ihrem Verſtändniſſe noch nicht ausreichen. Löſe 6 Loth des ſo eben erhaltenen chromſauren Kalis in möglichſt wenig kaltem Waſſer, und gieße in dieſe Löſung langſam 2 Loth gewöhnliche Schwefelſäure; die Miſchung wird ſich ſtark erhitzen, wenn ſie wieder erkaltet iſt, ſo füge 4 Loth Weingeiſt ſo langſam hinzu, daß ſich das Ganze nicht allzuſehr erhitzt. Die Flüſſigkeit wird dabei prächtig dunkel-violett werden und enthält, wenn die ganze Zerſetzung fertig iſt, eine Subſtanz, die dem dir ſchon bekannten Alaun in vielen Punkten ſehr ähnlich iſt. Man nennt ſie Chromalaun und ſie beſitzt auch u. A. genau dieſelbe Kryſtallform wie der gewöhnliche Alaun. Obgleich der Chromalaun in der Hitze viel leichter löslich iſt, als bei gewöhnlicher Temperatur, kann man durch Verdampfen und Erkaltenlaſſen nicht gut Kryſtalle davon erzielen. Es geht nämlich der Chromalaun beim Erhitzen, noch ehe er ſiedet, in einen eigenthümlichen Zuſtand über, in welchem er nicht mehr von violetter, ſondern von dunkelgrüner Farbe iſt, und gar nicht mehr zum Kryſtalliſiren zu bringen iſt. Dieſes merkwürdige Verhalten iſt auch der Grund, warum, wie ich vorhin ſagte, bei ſeiner Darſtellung zu ſtarke Erhitzung vermieden werden muß, obwohl allerdings einige Temperaturerhöhung nicht zu umgehen iſt. Du thuſt am beſten, die Löſung bei gelinder Wärme etwas zu concentriren und ſie dann mit Papier bedeckt ruhig ſich ſelbſt zu überlaſſen. So findeſt du nach einigen Tagen Kryſtalle von derſelben Form, wie die des Alauns, die ſich eben ſo wie dieſe durch Wachſen vergrößern laſſen. Auch wachſen die Kryſtalle des einen Alauns in der Löſung

des anderen fort, ganz eben ſo, als ob ſie in ihrer eigenen Mutterlauge lägen. Es ſieht z. B. recht hübſch aus, wenn man einen dunkel-violetten Chromalaunkryſtall ſich mit einer Schicht des farbloſen Alauns überziehen läßt.

Ich bitte dich, dieſen intereſſanten Verſuch anzuſtellen, obwohl ich dir geſtehen muß, daß es mehrere Wochen dauern wird, ehe du auch nur einigermaßen große Kryſtalle erhalten kannſt.

Von der Mutterlauge des Chromalauns hebe für ſpätere Verſuche die Hälfte auf, das Uebrige überlaſſe in einer ſchlecht verſchloſſenen Flaſche ſeinem Schickſal; vielleicht findeſt du nach Monaten recht ſchöne Kryſtalle darin, denn unter dieſen Umſtänden geht die Verdunſtung ſo langſam vor ſich, daß die beſte Gelegenheit zur Entſtehung von gut ausgebildeten Kryſtallen gegeben iſt.

Wir kommen nächſtens an eine dir noch neue Operation, das Ausfällen. Du wirſt dabei noch einiger Cylinder oder großer Trinkgläſer (Biergläſer) und einiger Trichter bedürfen; beſorge dir ferner noch einige Paar Blechröhren zum Trocknen der Filter über dem Sandbad (ſ. oben Fig. 38) und folgende Materialien: ¼ Pfund Kupfervitriol, ¼ Pfund Weinſteinſäure, 2 Loth Chlorbaryum, 2 Loth kohlenſaures Ammoniak, 4 Loth Borax, ½ Pfund Salmiakgeiſt (in einer Flaſche mit eingeriebenem Glasſtöpſel), 4 Loth Eſſigſäure, 4 Loth ſchwefelſaures Kali, ½ Pfund Bleizucker, 1 Stück dickes Zinkblech und einige Stücke Eiſenblech.

8. Brief.

Darſtellung des Kupfers aus Kupfervitriol; Erklärung. Gewichtsverhältniſſe der Vertretung von Eiſen und Kupfer. Begriff des Ausdrucks „äquivalent“. Darſtellung von Weinſtein; Erklärung. Darſtellung der Borſäure; Erklärung. Chromoxydhydrat.

X. Löſe den Kupfervitriol, nachdem er gepulvert worden, in viel warmem Waſſer auf, und füge ein Paar Tropfen Schwefelſäure zu der klaren Löſung, ſcheuere das Eiſenblech mit Sand und Waſſer blank, lege es in ein Glas und gieße die Kupfervitriollöſung darüber. In demſelben Augenblick, wo ſich die Kupfervitriollöſung und das Eiſen berühren, wird ſich das Eiſen mit einem dünnen rothen Ueberzug von metalliſchem Kupfer bedecken; je länger das Eiſen in der Löſung verbleibt, deſto dicker wird dieſer Ueberzug, und wenn Eiſen genug vorhanden iſt, ſo verſchwindet alles Kupfer aus der Löſung, wodurch dieſe ihre blaue Farbe verliert, um eine ſchmutzig-grünliche anzunehmen. Das deutet uns an, daß nunmehr Eiſenvitriol, dem die letztere Farbe eigenthümlich iſt, in der Löſung exiſtirt.

Es iſt alſo dadurch, daß das Kupfer ausgefällt wurde, der Kupfervitriol in Eiſenvitriol umgewandelt worden; was muß demnach weiter vorgegangen ſein? Es muß ſich, da der urſprüngliche Kupfervitriol kein Eiſen enthält, Eiſen aufgelöſt haben. Du kannſt dich ſehr deutlich davon überzeugen, indem du dünnes Eiſenblech, oder etwas feinen Eiſendraht in ziemlich viel Kupfervitriollöſung legſt: das Eiſen wird allmälig gänzlich verſchwinden und Kupfer dafür ausgefällt werden. Nicht bei dem Kupfervitriol allein wird dieſe Erſcheinung wahrgenommen: ſie kommt vielmehr allen löslichen Kupferverbindungen gleichmäßig zu.

Das Eiſen erſetzt oder vertritt demnach das Kupfer in ſeinen Verbindungen, indem es an ſeiner Statt in dieſelben eintritt und das Kupfer ausfällt. Du kannſt dir nun leicht denken, daß eine beſtimmte Menge Eiſen nicht eine ganz beliebige unbeſtimmte Menge Kupfer vertreten und ausfällen kann: vielmehr wird, wenn eine gewiſſe Menge des ei

Metalls in die Verbindung aufgenommen worden iſt, eine ganz beſtimmte Menge des anderen daraus ausgeſchieden worden ſein. Man hat nun den Verſuch auf ſolche Art angeſtellt, daß genaue Beobachtungen über dieſe Verhältniſſe ermöglicht wurden; dabei hat es ſich gezeigt, daß ſtets 28 Gewichtstheile (Pfund, Loth, Unzen) Eiſen genau $31\frac{7}{16}$ (1) ebenſolcher Gewichtsmengen (Pfund, Loth, Unzen) Kupfer vertreten. Wenn irgend eine beliebige Kupferverbindung $31\frac{7}{16}$ Gewichtstheile (Pfund, Loth u. ſ. w.) Kupfer enthält, ſo würde dieſelbe, wenn ſie Eiſen ſtatt Kupfer enthielte, 28 Gewichtstheile (Pfund, Loth u. ſ. w.) davon enthalten müſſen. Wenn man daher in dieſelbe eine dieſem Verhältniß entſprechende Menge Eiſen legt, ſo wird gerade alles Kupfer ausgefällt, und gerade alles Eiſen aufgelöſt werden müſſen. Mithin ſind 28 Gewichtstheile Eiſen und $31\frac{7}{16}$ Gewichtstheile Kupfer vom chemiſchen Standpunkte aus einander gleichbedeutend oder äquivalent; man nennt daher dieſe Zahlen die Aequivalente der entſprechenden Körper; wenn das Aequivalent für Eiſen alſo 28 iſt, ſo iſt das für Kupfer $31\frac{7}{16}$; wäre das des Eiſens 280, ſo wäre das des Kupfers 317, denn wenn $31\frac{7}{16}$ Kupfer von 28 Eiſen vertreten werden, ſo wird auch das 10, 20, 100fache der erſten Menge durch das 10, 20, 100fache der letzteren vertreten werden müſſen u. ſ. w.

Wir werden noch öfter auf ſolche Verhältniſſe zurückzukommen haben. Für jetzt aber haſt du das ausgefällte Kupfer nur vom Eiſen loszulöſen, es mit Waſſer, dem etwas Schwefelſäure zugeſetzt wird, abzuwaſchen und zwiſchen Fließpapier auf dem Ofen zu trocknen; dann bewahre es für ſpäter ſorgfältig auf. Aus der abgegoſſenen Löſung würden wir natürlich den Eiſenvitriol erhalten können; allein es iſt dieſe Subſtanz mit Eigenſchaften begabt, die es uns unter den gegebenen Umſtänden unmöglich machen, ſie auch nur in einigermaßen reinem Zuſtande zu gewinnen.

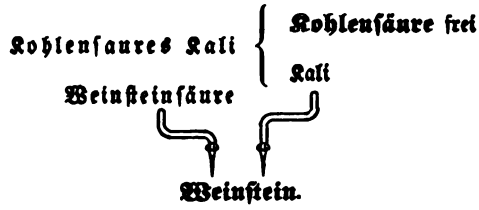
XI. Von dem Präparate IV wirſt du noch eine Löſung von kohlenſaurem Kali übrig haben.

Löſe nun die vorher mittelſt Hammer und Beutelchen zerkleinerte Weinſteinſäure in viel heißem Waſſer auf und gieße die nöthigenfalls filtrirte Löſung in kleinen Portionen in die des kohlenſauren Kalis; ein ſtarkes Aufbrauſen wird die nächſte Folge ſein. Setze Weinſteinſäure hinzu, ſo lange daſſelbe dauert, und ſelbſt noch etwas länger; es wird ſich dann ein neuer Körper, als im Waſſer nicht löslich, in Geſtalt von

(1) Da ich nicht weiß, ob du mit der Decimalrechnung bekannt biſt, ſo will ich für's erſte noch mich der gewöhnlichen Brüche bedienen, bitte dich aber, ſo bald wie möglich dich mit dem Gebrauche der Decimalbrüche vertraut zu machen. Da dies ſehr leicht iſt, und nicht viel Zeit in Anſpruch nehmen wird, ſo werde ich demnächſt ſchon dieſe Art der Schreibweiſe anwenden.

zahlloſen kleinen Körnern abſondern, oder, wie man zu ſagen pflegt, *niederſchlagen*.

Um den hier ſtattfindenden Vorgang zu erklären, erinnere ich dich daran, daß das kohlenſaure Kali aus Kali und Kohlenſäure beſteht; auch weißt du noch, daß dieſe durch eine ſtärkere Säure aus ihrer Verbindung verdrängt werden kann. Eine ſolche nun iſt die Weinſteinſäure, welche mit dem Kali eine unlösliche (ſtreng genommen nur eine ſehr wenig lösliche) Verbindung bildet, die, wie du leicht erräthſt, den Namen *weinſteinſaures Kali* trägt, aber auch unter dem gewöhnlichen Namen Weinſtein bekannt iſt. Die Zerſetzung geht alſo auf ähnliche Weiſe vor ſich, wie in den dir ſchon bekannt gewordenen Fällen, nämlich folgendermaßen:



Wenn ſich eine Subſtanz als unlöslich aus einer Löſung abſcheidet, ſo nennt man das Abgeſchiedene einen *Niederſchlag*. Wir haben alſo nur noch den *Niederſchlag* Weinſtein abzufiltriren, mit etwas kaltem Waſſer wiederholt auf dem Filter zu übergießen und dann über dem Sandbade zu trocknen, um das Präparat weinſteinſaures Kali (Weinſtein) fertig zu haben.

XII. Von deinen früheren Kryſtalliſationsverſuchen her haſt du gewiß noch etwas Borax. Nimm davon 3 Loth, löſe ſie in 12 Loth kochendem Waſſer und füge zu der noch heißen Löſung 1 Loth Schwefelſäure. Während das Ganze erkaltet, wirſt du einen weißen, glänzenden, aus ſehr kleinen Kryſtallen beſtehenden Niederſchlag ſich bilden und allmälig abſetzen ſehen. Dieſer Niederſchlag iſt *Borſäure*. Der Borax iſt nämlich *borſaures Natron*, d. h. er enthält *Borſäure* — die Subſtanz, die du vor dir haſt — und *Natron*, einen Körper, der dem dir ſchon bekannten Kali ſehr ähnlich iſt. Die Schwefelſäure, welche zugeſetzt wird, treibt die ſchwächere Borſäure aus, um ſich mit dem dadurch frei werdenden Natron zu verbinden; wir erhalten alſo in Löſung *ſchwefelſaures Natron*, während die in der Kälte nur wenig lösliche Borſäure beim Erkalten ausfällt: nach dem Abfiltriren und Abwaſchen mit etwas kaltem Waſſer haſt du ſie nur *mit* dem Filter vom Trichter zu nehmen, in Fließpapier einzuſchlagen und zwiſchen zwei Ziegelſteinen ein Paar Tage liegen zu laſſen, um ſie trocknen zu laſſen und

m Aufbewahren fertig zu haben. Auf ihre Eigenſchaften kommen wir ſter einmal wieder zurück.

XIII. Aus der Löſung des Chromalauns erhält man durch Zuſatz m Salmiakgeiſt einen violettgrauen Niederſchlag. — Stelle davon eine ringe Menge dar, ſammle ihn auf einem Filter und trockne ihn über m Sandbad. Dem Fläſchchen, in welchem du es aufbewahrſt, gieb e Aufſchrift: „Chromoxydhydrat.“

Nächſtens die Anleitung zu noch ein Paar ähnlichen Arbeiten.

9. Brief.

Darſtellung der kohlenſauren Magneſia; Erklärung. Darſtellung des kohlenſauren Baryts; Erklärung. Chromgelb. Bleibaum. Gewichtsverhältniß der Vertretung des Zinks durch Blei. Aequivalente Mengen.

Haſt du die Löſung der gereinigten Potaſche gut aufbewahrt, ſo wird ſie dir nunmehr gut zu ſtatten kommen; haſt du ſie aber alle verbraucht, ſo mußt du dir wieder in derſelben Weiſe wie damals neue darſtellen.

Löſe ferner eine gewiſſe Menge, etwa die Hälfte, deiner ſchwefelſauren Magneſia (Verſuch Nr. VI) auf. So wie du dieſe beiden Löſungen mit einander vermiſcheſt, wirſt du reichlich einen weißen Niederſchlag ſich bilden ſehen; derſelbe beſteht aus kohlenſaurer Magneſia, und ſein Entſtehen rührt von einem gegenſeitigen Umtauſch von Kali und Magneſia her, indem das Kali mit der Säure der Magneſia, und auf der anderen Seite dieſe mit der Säure des Kalis ſich verbindet. Aus folgendem Schema wird du dieſen Vorgang deutlicher erſehen:

Kohlenſaures Kali	Kohlenſäure		kohlenſaure Magneſia.
	Kali	ſchwefelſaures Kali	
Schwefelſaure Magneſia	Schwefelſäure		
	Magneſia		

(Es ſoll das Zeichen: —∩— löslich, und das Zeichen: —∪— unlöslich, niedergeſchlagen, bedeuten.)

An der Stelle von kohlenſaurem Kali und ſchwefelſaurer Magneſia erhalten wir alſo kohlenſaure Magneſia und ſchwefelſaures Kali.

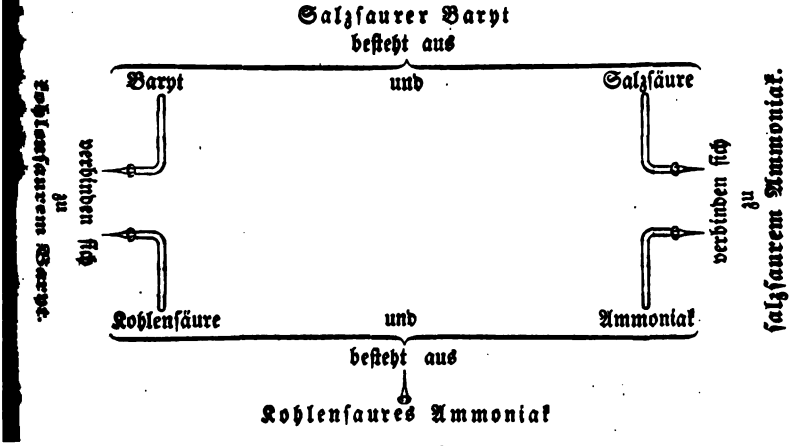
Das ſchwefelſaure Kali bleibt, weil es löslich iſt, in der Flüſſigkeit. Die kohlenſaure Magneſia wird als unlöslich ausgefällt. Nach dem Al

filtriren iſt dieſer Niederſchlag auf dem Filter mehrmals mit kaltem Waſſer zu übergießen (auszuwaſchen), dann zu trocknen und aufzubewahren. Aus der Löſung könnten wir natürlich das ſchwefelſaure Kali durch Kryſtalliſirenlaſſen gewinnen. Da aber hierzu keine der angewandten Subſtanzen, die etwa zu viel zugeſetzt worden, darin enthalten ſein darf, ſo wollen wir dieſe Gewinnung des Nebenproduktes auf ſpäter verſchieben, wo du durch größere Uebung beſſer im Stande ſein wirſt, dieſe viel Genauigkeit erheiſchende Arbeit auszuführen.

Du vermutheſt wohl ſelbſt, daß aus dieſer kohlenſauren Magneſia wieder die ſchwefelſaure durch die Behandlung mit Schwefelſäure erhalten werden kann.

XIV. Die filtrirten Löſungen von 2 Loth kohlenſaurem Ammoniak und von 1½ Loth Chlorbaryum vermiſche mit einander. Es wird ſich ein weißer Niederſchlag bilden, welcher abzufiltriren, auszuwaſchen und zu trocknen iſt. Derſelbe beſteht aus kohlenſaurem Baryt, und iſt, wie die kohlenſaure Magneſia im vorigen Beiſpiel, durch doppelte Zerſetzung entſtanden.

Es iſt nämlich das gelöſte Chlorbaryum zu betrachten als eine Verbindung einer eigenthümlichen Säure, der Salzſäure, mit einem dem Kalke und dem Strontian ſehr ähnlichen Körper, dem Baryt. Salzſaurer Baryt und kohlenſaures Ammoniak tauſchen nun ihre Beſtandtheile ganz genau ſo um, wie die im vorigen Beiſpiele angeführten Stoffe, und es entſtehen alſo kohlenſaures Ammoniak und kohlenſaurer Baryt.



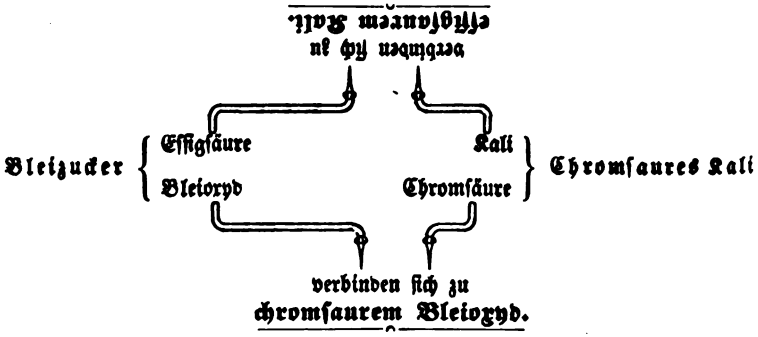
Aus dem kohlenſauren Baryt kann man natürlich durch Behandeln mit Waſſer und Salzſäure, wobei die Kohlenſäure unter Brauſen entweicht, wieder ſalzſauren Baryt oder Chlorbaryum darſtellen, ein Verſuch, den du mit einem Theil des erhaltenen kohlen-

ſauren Baryts anſtellen kannſt. Du wirſt nach dem Abdampfen und Abkühlen ganz ähnliche Kryſtalle erhalten, wie die, welche du vorhin angewandt haſt.

XV. Wir wollen noch eine Verbindung in derſelben Weiſe darſtellen, wie die, mit denen wir uns ſoeben beſchäftigt haben.

Löſe unter Zuſatz von etwas Eſſigſäure den Bleizucker in Waſſer auf, filtrire die Löſung, und ſetze, wenn ſie nicht klar durchläuft, noch etwas Eſſigſäure zu; dann füge zu der klaren Flüſſigkeit die filtrirte Löſung von gelbem (neutralem) chromſaurem Kali; wenn der entſtehende prächtig gelbe Niederſchlag ſich völlig abgeſetzt hat, ſo ſetze noch etwas chromſaures Kali zu, und wiederhole dies ſo oft, bis durch neuen Zuſatz kein weiterer Niederſchlag mehr ſich bildet.

Der Bleizucker iſt eine Verbindung von Eſſigſäure mit Bleioxyd, die Zuſammenſetzung des chromſauren Kalis iſt dir bekannt. Beim Vermiſchen tritt doppelte Zerſetzung ein, und es entſteht chromſaures Bleioxyd und eſſigſaures Kali, nach dem Schema:



Das chromſaure Bleioxyd iſt die unter dem Namen Chromgelb bekannte Farbe. Es iſt wie die übrigen Niederſchläge zu behandeln und aufzubewahren.

XVI. Bereite in derſelben Weiſe, wie in Nr. XV, eine Löſung von Bleizucker, verdünne ſie dergeſtalt mit Waſſer, daß dieſes das 10- bis 20fache des Bleizuckers betrage, und gieße ſie in eine weiße Flaſche mit ſo weitem Halſe, daß das Zinkſtück (ſ. Brief 8, zu Ende) hindurchgeht, binde nun dieſes letztere an einen ſtarken Faden, hänge es damit in die Mitte der Bleizuckerlöſung und befeſtige den Faden an einen auf die Flaſche zu ſteckenden Kork. Schon nach kurzer Zeit wirſt du glänzende Metallflitter an dem Zinke bemerken, die nach und nach an Ausdehnung zunehmen und nach ein Paar Tagen endlich ein glänzendes lockeres Gewebe von Metallblättchen darſtellen.

Es wird nämlich das Blei aus der Löſung abgeſchieden, und zwar in Geſtalt von zahlloſen, wenig zuſammenhängenden, kryſtallähnlichen

Blättchen (deren Vereinigung den Namen „Bleibaum“ erhalten hat), während sich eine entsprechende Menge Zink auflöst.

Der Vorgang ist dem Ausscheiden des Kupfers durch Eisen ganz ähnlich, nur daß die Gestalt des ausgeschiedenen Metalls seiner Natur entsprechend eine andere ist.

Aus dem essigsauren Bleioxyd wird nämlich das Blei durch Zink verdrängt, und es entsteht essigsaures Zinkoxyd und metallisches Blei, welches sich auf dem noch übrigen Zink niederschlägt und dabei Krystallgestalt annimmt.

Dieses Verdrängen oder Vertreten des Blei's geschieht, ebenso wie das des Kupfers durch Eisen, in einem ganz bestimmten Verhältnisse der Gewichtsmengen beider Metalle. Denn wenn man das Zink vor und nach dem Versuche genau wägt (natürlich nach vorläufiger Entfernung aller anhängenden fremden Theile), so findet man durch den Ueberschuß des ersten Gewichts über das zweite die Menge des während des Versuches aufgelösten Zinks; wägt man ferner das abgeschiedene Blei, so zeigt sich eine Gewichtsmenge, die zu der des aufgelösten Zinks im Verhältnisse von $103\frac{7}{10}$ zu 32½ steht, d. h. daß 32½ Gewichtstheile Zink gerade $103\frac{7}{10}$ Gewichtstheile Blei vertreten. Nimmt man demnach eine Lösung, welche z. B. $103\frac{7}{10}$ Loth Blei enthält und hängt darein ein 32½ Loth wiegendes Stück Zink, so wird nach einiger Zeit alles Blei ausgeschieden und dafür alles Zink gelöst sein. Demnach sind 32½ oder 32,6 Gewichtstheile Zink chemisch gleichbedeutend, äquivalent mit $103\frac{7}{10}$ oder 103,7 Gewichtstheilen Blei.

Diese Mengen heißen daher Aequivalente und sind gerade ausreichend, sich in sämmtlichen Verbindungen gegenseitig auszutauschen, und es entsteht z. B. durch den Austritt eines Aequivalentes Blei aus einer Bleiverbindung und den Eintritt des Aequivalentes Zink stets die entsprechende Zinkverbindung mit bis zu einem gewissen Punkte ganz ähnlichen Eigenschaften.

Wenn du dich hinreichend am Anblick deines Bleibaumes erfreut hast, so ziehe ihn behutsam heraus, lege ihn in ein Gefäß, und spüle ihn mehrmals mit Wasser, dem etwas Essigsäure zugesetzt ist, und dann mit reinem Wasser ab. Endlich bringe das Blei, in Fließpapier eingeschlagen, zwischen zwei Ziegelsteine zum Trocknen, worauf das Präparat „reines Blei“ fertig ist.

Aus der Flüssigkeit aber, die in der Flasche geblieben ist, und welche essigsaures Zinkoxyd enthält, kannst du dieses durch Abdampfen und Krystallisirenlassen gewinnen. Doch darf dies nur dann geschehen, wenn der Bleibaum sich einige Tage lang nicht mehr vergrößert, indeß noch ein Theil des ursprünglich angewendeten Zinkstückes übrig ist. Andernfalls hat der Prozeß der Fällung des Blei's nicht sein Ende

erreicht, und die Löſung enthält noch eſſigſaures Bleioxyd, welches das eſſigſaure Zinkoxyd verunreinigen würde.

Du wirſt nunmehr ſchon einige Uebung in den Operationen auf naſſem Wege erlangt haben, und wirſt alſo jetzt zunächſt die einfachſten Operationen auf trockenem Wege kennen zu lernen haben. Dazu bedarfſt du einiger neuer Apparate, von denen ich dir im nächſten Briefe ſprechen werde.

10. Brief.

Beſchaffung von Schmelztiegeln, Tiegelzange, Schmelzöfchen. Anleitung zu Glühoperationen. Kryſtalliſation von Schwefel.

Die wichtigſten Apparate zu den erſten Operationen auf trockenem Wege, d. h. zum Glühen und Schmelzen verſchiedener Stoffe, ſind Schmelztiegel.

Fig. 39.

Du wirſt leicht die ſogenannten heſſiſchen Tiegel zu kaufen finden, und erhältſt eine Reihe in einander paſſender, einen ſogenannten Satz von etwa 7 Stück, von der Höhe von 1 bis 5″ für einige Groſchen. Es bleibt ſich ziemlich gleich, ob ſie rund ſind, oder ob ſie die dreieckige Geſtalt zeigen (Fig. 39). Kannſt du dazu Deckel von derſelben Maſſe erhalten, ſo verſäume nicht, dir wenigſtens 2 oder 3 anzuſchaffen; wo nicht, ſo leiſten runde Stücke Eiſenblech, Dachſchiefer oder Stücke von Ziegelſteinen auch ſchon recht gute Dienſte. Beim Gebrauche dieſer Tiegel wirſt du vor allem darauf zu achten haben, daß du ſie nur mit einiger Vorſicht erhitzeſt und erkalten läſſeſt, und daß beim Reinigen weder Waſſer noch eine andere Flüſſigkeit benutzt wird. Indeſſen iſt der Preis derſelben ſo niedrig, daß ein mehrmaliger Gebrauch deſſelben Tiegels nur ſelten vorkommt, und man ihn lieber zerſchlägt, als daß man mit großer Mühe die darin befindlichen Stoffe entfernt, um ihn dann mit noch mehr Mühe zu reinigen.

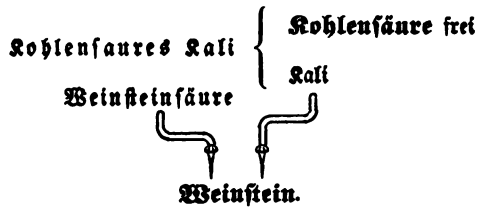
Fig. 40.

Reinlicher im Ausſehen und angenehmer in der Behandlung, auch öfter anwendbar obwohl auch zerbrechlicher und theurer, ſind Porzellantiegel.

Sie kommen jetzt im Handel von nebenſtehender Geſtalt vor (Fig. 40); der Preis iſt mäßig: mit Deckel und Unterſatz koſten ſie bei einer Höhe von je 2 bis 4″ nur 3½ bis 7 Sgr.

zahlloſen kleinen Körnern abſondern, oder, wie man zu ſagen pflegt, niederſchlagen.

Um den hier ſtattfindenden Vorgang zu erklären, erinnere ich dich daran, daß das kohlenſaure Kali aus Kali und Kohlenſäure beſteht; auch weißt du noch, daß dieſe durch eine ſtärkere Säure aus ihrer Verbindung verdrängt werden kann. Eine ſolche nun iſt die Weinſteinſäure, welche mit dem Kali eine unlösliche (ſtreng genommen nur eine ſehr wenig lösliche) Verbindung bildet, die, wie du leicht erräthſt, den Namen weinſteinſaures Kali trägt, aber auch unter dem gewöhnlichen Namen Weinſtein bekannt iſt. Die Zerſetzung geht alſo auf ähnliche Weiſe vor ſich, wie in den dir ſchon bekannt gewordenen Fällen, nämlich folgendermaßen:



Wenn ſich eine Subſtanz als unlöslich aus einer Löſung abſcheidet, ſo nennt man das Abgeſchiedene einen Niederſchlag. Wir haben alſo nur noch den Niederſchlag Weinſtein abzufiltriren, mit etwas kaltem Waſſer wiederholt auf dem Filter zu übergießen und dann über dem Sandbade zu trocknen, um das Präparat weinſteinſaures Kali (Weinſtein) fertig zu haben.

XII. Von deinen früheren Kryſtalliſationsverſuchen her haſt du gewiß noch etwas Borax. Nimm davon 3 Loth, löſe ſie in 12 Loth kochendem Waſſer und füge zu der noch heißen Löſung 1 Loth Schwefelſäure. Während das Ganze erkaltet, wirſt du einen weißen, glänzenden, aus ſehr kleinen Kryſtallen beſtehenden Niederſchlag ſich bilden und allmälig abſetzen ſehen. Dieſer Niederſchlag iſt Borſäure. Der Borax iſt nämlich borſaures Natron, d. h. er enthält Borſäure — die Subſtanz, die du vor dir haſt — und Natron, einen Körper, der dem dir ſchon bekannten Kali ſehr ähnlich iſt. Die Schwefelſäure, welche zugeſetzt wird, treibt die ſchwächere Borſäure aus, um ſich mit dem dadurch frei werdenden Natron zu verbinden; wir erhalten alſo in Löſung ſchwefelſaures Natron, während die in der Kälte nur wenig lösliche Borſäure beim Erkalten ausfällt: nach dem Abfiltriren und Abwaſchen mit etwas kaltem Waſſer haſt du ſie nur mit dem Filter vom Trichter zu nehmen, in Fließpapier einzuſchlagen und zwiſchen zwei Ziegelſteinen ein Paar Tage liegen zu laſſen, um ſie trocknen zu laſſen und

m Aufbewahren fertig zu haben. Auf ihre Eigenſchaften kommen wir äter einmal wieder zurück.

XIII. Aus der Löſung des Chromalauns erhält man durch Zuſatz n Salmiakgeiſt einen violettgrauen Niederſchlag. — Stelle davon eine ringe Menge dar, ſammle ihn auf einem Filter und trockne ihn über m Sandbad. Dem Fläſchchen, in welchem du es aufbewahrſt, gieb e Aufſchrift: „Chromoxydhydrat.“

Nächſtens die Anleitung zu noch ein Paar ähnlichen Arbeiten.

Schwefel beim Oeffnen des Deckels ſich entzündet; dieſem Uebelſtande wirſt du dann leicht durch Wiederauflegung des Deckels ſteuern.

Wenn der Schwefel völlig geſchmolzen iſt, ſo nimm den Tiegel aus dem Feuer und ſtelle ihn auf einen Ziegelſtein, wo du ihn erkalten läſſeſt, bis der Schwefel an der Oberfläche feſt geworden iſt; dann ſtoße in dieſelbe ein Loch und kehre den Tiegel ſchnell um, damit der im Innern noch flüſſige Theil des Schwefels ausfließt. Bei näherer Beſichtigung des hiernach völlig erkalteten Tiegels wirſt du deſſen Wandungen mit einer großen Zahl nadelförmiger Kryſtalle bekleidet finden, die du noch deutlicher ſehen kannſt, wenn du den Tiegel mit einem Hammerſchlage in ein Paar Stücke zerbrichſt. Du wirſt bemerken, daß der friſch erſtarrte Schwefel bräunlichgelb und durchſcheinend iſt, daß er aber nach einiger Zeit hellgelb und undurchſichtig wird. Später kommen wir auf dieſe Erſcheinung zurück, merke ſie dir einſtweilen.

Wenn du, anſtatt die erſtarrte Oberfläche zu durchſtoßen und den flüſſigen Schwefel auszugießen, die ganze Schwefelmenge erſtarren läſſeſt, ſo werden die gebildeten Kryſtalle nicht frei ſichtbar ſein, ſondern es wird ſpäter Schwefel in ihren Zwiſchenräumen zur feſten Maſſe geſtehen. So entſteht eine glänzende kryſtalliniſche Maſſe, die aus unvollkommenen Kryſtallen beſteht.

Viele ſchmelzbaren Körper verhalten ſich ganz ähnlich, und du magſt, wenn es dir Spaß macht, den Verſuch mit etwa 4 Unzen Wismuthmetall wiederholen, wobei du mehr oder weniger treppenförmig auf einander gehäufte Kryſtalle erhalten wirſt, die ſich durch ihren Glanz und ihren bunten Schimmer auszeichnen.

11. Brief.

Darſtellung des Roſe'ſchen Metalls, des Chromoxyds, des Schwefeleiſens. Darſtellung des Schwefelbaryums; Erklärung. Darſtellung des Chromoxyds in anderer Weiſe. Anſchaffung von Uhrgläſern und blechernen Schälchen.

XVIII. Bringe 2 Loth Wismuth, 1 Loth Blei und 1 Loth Zinn in einen (heſſiſchen) Tiegel, und ſetze denſelben bedeckt einer nicht allzugroßen Hitze aus; die Metalle werden zuſammenſchmelzen, und ein Metallgemiſch, eine „Legirung“, bilden, bekannt unter dem Namen Roſe's Metall. Während des Schmelzens iſt das Metall etwas umzurühren und dann auf eine (eiſerne) Schale auszugießen. Die erhaltene Legirung zeichnet ſich durch die Leichtigkeit aus, mit welcher ſie ſchmilzt, eine Leichtigkeit, welche um ſo merkwürdiger iſt, als ſämmtliche darin enthaltenen Metalle einzeln erſt bei viel höherer Temperatur ſchmelzen. Du kannſt dich leicht davon überzeugen, daß ſie ſchon in kochendem Waſſer flüſſig wird. Es iſt natürlich, daß eine ſolche Eigenſchaft ſie vorzugsweiſe geeignet machen muß, um zur Anfertigung von verſchiedenen Güſſen zu dienen, die in Holzformen dargeſtellt werden, während doch die ſonſt zum Gießen angewandten Metalle durch die dazu erforderliche Hitze die Holzformen verbrennen würden. So klatſcht man mit dieſer Legirung oder einer ähnlichen Holzſchnitte ab; die Abdrücke werden äußerſt ſcharf und genau.

XIX. Wenn du die Roſe'ſche Metalllegirung zum Aufbewahren in ein Fläſchchen gebracht, ſo kannſt du denſelben Tiegel, nachdem er eine Zeit lang ausgeglüht worden, zu dem folgenden Präparate gebrauchen. Von dem Chromoxydhydrat, das du noch von dem Verſuch Nr. XIII übrig haſt, bringe etwa die Hälfte in den Tiegel, und erhitze es eine Zeit lang heftig im Ofen; nach dem Erkalten wirſt du die Farbe der Maſſe ganz verändert und in ein ſchönes Grün übergegangen finden. Es beſteht nämlich das Chromoxydhydrat aus Chromoxyd und Waſſer, welche Zuſammenſetzung durch den Zuſatz „Hydrat“ (von ὕδωρ, Waſſer) ange-

deutet wird. In der Glühhitze geht nun dieses Wasser weg, und es bleibt das Chromoxyd allein mit der ihm eigenthümlichen grünen Farbe zurück.

XX. Ganz etwas Aehnliches geschieht, wenn man Borax erhitzt. Derselbe enthält eine bedeutende Menge Wasser, welches in der Wärme entweicht.

Du wirst nicht umhin können, zu lachen, wenn du siehst, unter welchen komischen Formveränderungen dieses vor sich geht: Die Masse bläht sich auf und krümmt und windet sich, nach allen Seiten auswachsend, bis sie endlich, nachdem das Wasser gänzlich verschwunden ist und die Hitze gesteigert worden, zusammensinkt und zu einer klaren Flüssigkeit schmilzt. Diese stellt nach dem Erkalten ein helles farbloses Glas dar. Der Borax verliert sonach durch das Entweichen des Wassers seine Krystallgestalt; man nennt daher das Wasser, welches der krystallisirte Borax enthält, dessen Krystallwasser. Wenn man den geschmolzenen Borax in heißem Wasser löst, so nimmt er wieder Wasser auf und bildet dann nach dem Erkalten wieder ähnliche Krystalle, wie früher. Willst du dich durch den Versuch von dem Gesagten überzeugen, so sorge für einen geräumigen Tiegel, bringe den Borax in kleinen Portionen allmälig hinein und erhitze anfangs nur langsam, sonst wird er weit über die Wände des Tiegels hinaus sich aufblähen und herausfallen. Wenn du die Substanz vor dem Glühen wägst, sie nach dem völligen Schmelzen auf ein blankes Eisenblech ausgießest und wieder ihr Gewicht bestimmst, so wirst du finden, daß ein bedeutender Gewichtsverlust stattgefunden hat; er wird etwa die Hälfte der ursprünglichen Boraxmenge betragen. Genauere, mit großer Sorgfalt angestellte Versuche haben ergeben, daß der Borax 47,18 pC. Krystallwasser enthält.

Den wasserfreien Borax bewahre unter der Aufschrift „Boraxglas“ auf.

XXI. Aus dem Chromgelb (Versuch Nr. XV) kann man durch Schmelzen mit Salpeter einen Körper von ähnlicher Zusammensetzung erhalten, der den Namen Chromroth trägt und, wenn er ganz nach Vorschrift dargestellt worden, eine prachtvoll rothe Farbe zeigt. Das Chromroth enthält die Chromsäure und das Bleioxyd in etwas anderen Verhältnissen, als das Chromgelb; — daher die Verschiedenheit der Farbe. Um es zu erhalten, hast du einige Loth Salpeter in einem hessischen Tiegel zu schmelzen und in die schwach glühende Flüssigkeit nach und nach einige Messerspitzen voll Chromgelb einzutragen; die Masse wird schwarzbraun werden, und du mußt Sorge tragen, daß sich die Hitze nicht über das Dunkelroth steigert. Nimm den Tiegel wenige Minuten nach dem Eintragen der letzten Menge Chromgelb vom Feuer und gieße nach einigen Augenblicken Ruhe die klare Flüssigkeit vom vorhandenen

Bodensatze ab; den Rückstand nimm nach dem Erkalten aus dem Tiegel; zerstoße und zerreibe ihn im Mörser wiederholt unter Begießen mit heißem Wasser, und sammle und trockne ihn endlich auf einem Filtrum. Du wirst ein Pulver von sehr schön scharlachrother Farbe erhalten, welches unter dem Namen „Chromroth“ aufzubewahren ist.

XXII. Um dich noch mit einer besonderen Art der Ausführung von Glühoperationen bekannt zu machen, wollen wir noch ein Präparat darstellen, welches wir überdies später vielfach gebrauchen werden: Wäge 8 Loth von dem äußerst feinen Schwefelpulver, welches unter dem Namen Schwefelblumen im Handel vorkommt, und 12 Loth Eisenfeile ab. (Letztere erhältst du leicht bei einem Schlosser; du mußt nur darauf achten, daß sie nicht mit Hammerschlag oder mit Messingfeile vermischt ist.) Mische beide Pulver wohl durcheinander, mache einen Tiegel, der etwa die Hälfte des Gemisches fassen kann, glühend, und wirf eine kleine Menge des Pulvers, etwa eine starke Messerspitze voll, hinein, wobei du eine kleine Lichtentwickelung bemerken wirst. Bedecke dann den Tiegel sorgfältig, trage nach einigen Sekunden wieder eine gleiche Menge des Pulvers ein, worauf der Tiegel wieder kurze Zeit bedeckt werden muß, und fahre so mit dem portionenweisen Eintragen und Durchglühen des Gemisches fort, bis der Tiegel etwa zu ⅔ gefüllt ist, wobei du nur zu achten hast, daß nicht eher eine neue Quantität hineingelangt, als bis die ganze darin befindliche Masse bei bedecktem Tiegel völlig glühend geworden ist. Unter diesen Umständen verbindet sich das Eisen mit dem Schwefel zu Schwefeleisen, und zwar verbinden sich genau 16 Theile Schwefel mit 28 Theilen Eisen. Wir hätten daher eigentlich auf die 8 Loth Schwefel 14 Loth Eisen nehmen müssen; da es aber nicht zu vermeiden ist, daß etwas Schwefel verbrennt — woher das blaue Flämmchen rührt, das du im Tiegel häufig bemerkt haben wirst — so nimmt man besser etwas mehr Schwefel, oder etwas weniger Eisen.

Wenn das Schwefeleisen nach dem Erkalten nicht durch Umkehren und Aufstoßen des Tiegels aus demselben herauszubringen ist, so ist der Tiegel zu zerschlagen, und dann der etwas zerkleinerte Inhalt in einer sorgfältig verkorkten Flasche aufzubewahren. Die Benutzung des Schwefeleisens kannst du dir leicht deutlich machen: über ein erbsengroßes Stück davon gieße etwas Wasser und dann ein Paar Tropfen Schwefelsäure. Es wird sich sogleich ein höchst übelriechendes Gas entwickeln, welches wir später unter dem Namen Schwefelwasserstoffgas kennen lernen werden, und das sich unter anderm auch durch seine Giftigkeit auszeichnet. Ist die Operation des Glühens nicht sorgfältig ausgeführt, so entwickelt sich dieses Gas nicht sogleich, sondern entweder erst nach einigen Minuten, oder bei gelindem Erwärmen. Alsdann

beſitzt das Schwefeleiſen zwar die richtige Zuſammenſetzung, aber nicht die richtige Beſchaffenheit, um es zweckmäßig zu benutzen. Du würdeſt in dieſem Falle wohl am beſten thun, es ganz zu verwerfen, und die Operationen mit neuem Material zu wiederholen.

XXIII. Zwar für den Augenblick ohne beſonderes Intereſſe, aber für ſpätere Präparate nothwendig iſt die Darſtellung des Schwefelbaryums. Es iſt dies eine Verbindung des Schwefels mit dem Baryum, einem metallähnlichen, einfachen Körper. In der Natur kommt ein Mineral vor, welches außer dieſen beiden noch einen dritten einfachen Stoff, den Sauerſtoff, enthält. Dieſes Mineral heißt Schwerſpath, oder Barytſpath. Wird daſſelbe in fein gepulvertem Zuſtande mit gewiſſen Subſtanzen gemengt und geglüht, die große Neigung beſitzen, ſich mit dem Sauerſtoff zu verbinden, ſo wird derſelbe dem Schwerſpath entzogen und es bleibt Schwefelbaryum übrig. Solche Subſtanzen ſind Kohle und alle diejenigen Körper, welche in der Glühhitze zu Kohle werden, wie z. B. Mehl, Harz u. ſ. w.

Menge alſo recht ſorgfältig und vollſtändig gleiche Theile Mehl und fein gepulverten Schwerſpath unter einander. Letzterer iſt fertig gepulvert zu einem ſehr geringen Preiſe in Farb- und Materialhandlungen zu haben, und ich rathe dir daher, einen ziemlich großen Tiegel mit dem Gemiſche zu füllen, um zu allen ſpäter vorkommenden Präparaten, welche mittelſt Schwefelbaryum dargeſtellt werden, die nöthige Menge davon zu erhalten. Den gefüllten Tiegel wirſt du, wenn er einigermaßen groß iſt, nicht wohl in einem anderen, als in einem Steinkohlenofen glühen können. Es wird dir nicht ſchwer halten, denſelben einige Stunden in einem großen Stubenofen, Schmelzofen oder auch bei einem Ziegelbrande oder dergleichen unterzubringen, wo du dann nach dieſer Zeit ein recht gutes Produkt erhalten wirſt, welches du für jetzt nur herauszunehmen, gröblich zu zerſchlagen und in einer wohlzuverkorkenden und mit einer feuchten Blaſe zuzubindenden Flaſche aufzubewahren haſt.

XXIV. Zum Schluſſe dieſer Verſuchsreihe will ich dich noch eine andere recht hübſche Art kennen lehren, den dir ſchon bekannten Körper Chromoxyd darzuſtellen; es ſoll dies mehr eine Beluſtigung als eine Arbeit ſein, und ich will daher auch die Erklärung des chemiſchen Vorganges weglaſſen, die du ohnehin nur ſchwer verſtehen würdeſt.

Von dem doppelt-chromſauren Kali trockene etwas in einer Schale auf dem Sandbade, pulvere davon 5 Loth, bringe in einen Mörſer ungefähr ½ Loth Salmiak (nicht mit dem Salmiakgeiſt zu verwechſeln!) und 2 Loth Schießpulver darunter, mache durch Reiben die Miſchung recht vollkommen und das Pulver recht fein, drücke dieſes dann in ein kleines, etwas ſpitz zulaufendes Glas feſt ein und ſtürze das Ganze auf ein

Stück Eisenblech um, wodurch die so geformte Masse aus dem Glase entfernt wird. Zünde dann den erhaltenen Kegel mittelst eines glühenden Eisens an; es wird sich eine recht artige Feuererscheinung zeigen, und ein Glühen und Sprühen durch die ganze Masse verbreiten.

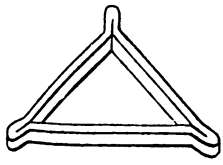
Wirf, nachdem Alles vorüber, die noch glühende Masse in eine Schale mit Wasser, und filtrire das erhaltene grüne Pulver von Chromoxyd aus der entstehenden gelben Lösung ab; schließlich ist es so lange auf dem Filtrum zu waschen, bis das Waschwasser ungefärbt durchläuft. Dann wird das Pulver getrocknet und aufbewahrt.

Mit dieser Erholung wollen wir die Reihe der Präparate abschließen, welche durch einfaches Glühen dargestellt werden, und nächstens zu einer Manipulation übergehen, die dieser nahe verwandt ist, nämlich zu der Sublimation. Zum Anschaffen bestimme ich vorläufig Folgendes:

Einige Uhrgläser — etwa ein halbes Dutzend — von 1 bis 2″ Durchmesser, die so zu wählen sind, daß je zwei und zwei genau auf einander passen.

Von einem Blechschmiede lasse dir zwei oder drei runde Schalen von Eisenblech machen, die etwa 4 bis 5″ im Durchmesser haben, und mit dem etwa ½″ hohen Rand aus einem Stücke geschlagen sind. Sie dienen in den folgenden Versuchen als Sandbäder. Beim Gebrauche werden sie entweder wie das große Sandbad auf dem Stubenofen, oder auch auf dem kleinen Holzkohlenschmelzofen erhitzt. In letzterem Falle ist dazu ein Triangel aus dickem Eisendraht oder Eisen (Fig. 48) erforderlich, den dir ein Schlosser nach beistehender Zeichnung leicht anfertigen kann.

Fig. 48.



An Materialien beschaffe:

4 Loth Benzoeharz,
½ Loth Jod,
etwas Indigo und etwas Quecksilber.

---

12. Brief.

Erläuterungen. Sublimation. Benzoesäure; Jod; Indigo; Jodqueckſilber. Zweierlei Kryſtallformen deſſelben Körpers. Deſtillation. Anſchaffung von Retorten und Kolben. Retortentrichter. Aufſtellung der Apparate und Materialien. Rohſtoffe für die nächſten Verſuche.

Die Verwunderung, welche du in deinem letzten Briefe über die auffallende Veränderung ausdrückteſt, die der Borax beim Schmelzen erlitten hat, hat mich nicht überraſcht; es hat mich vielmehr gefreut, daraus zu erſehen, wie eifrig du auf Alles achteſt, was dir vorkommt, und wie du auf ganz richtigem Wege begriffen biſt, indem du nach der Erklärung aller vorkommenden Erſcheinungen forſcheſt, ohne ſie gleichgültig einem nicht näher zu unterſuchenden Zufalle zuzuſchreiben. Die grüne Farbe, welche du an dem Boraxglaſe beobachteteſt, rührt ohne Zweifel davon her, daß du denſelben Tiegel zum Schmelzen deſſelben benutzt haſt, in welchem vorher das Chromoxydhydrat geglüht worden war. Ich brauche gar nicht zu fragen, ob dem alſo iſt; ich bin feſt davon überzeugt; denn das Chromoxyd färbt ſelbſt in ganz geringer Menge alle Glasflüſſe, wozu man auch den Borax rechnet, dunkelgrün, indem es ſich darin auflöſt. Du haſt demnach den Verſuch mit neuem Borax in einem völlig reinen Tiegel zu wiederholen, um einen ganz farbloſen Fluß zu erzielen.

Nach dieſer Erklärung kann ich ſogleich zu der Operation übergehen, von der ich dir ſchon im vorigen Briefe ſprach, zu der Sublimation nämlich. Die meiſten Präparate, die wir mit ihrer Hülfe darſtellen wollen, verdienen kaum dieſen Namen; es ſind mehr kleine Experimente, die dich einige hierher gehörige Erſcheinungen kennen lehren ſollen. Denn die Operationen, welche ſonſt erforderlich wären, würden theils zu ſchwierig für dich ſein, theils zu viele und große Apparate erfordern, als daß ich ſie dir jetzt zumuthen ſollte.

XXV. Bringe das gröblich zerstoßene Benzoëharz in eine beliebige Schüssel mit flachem Boden, etwa in eine deiner steinernen Schalen oder in einen eisernen Topf, klebe oder binde über die Oeffnung ein Stück Fließpapier, forme dann aus Schreibpapier einen hohen spitzen Hut, dessen Oeffnung auf das Gefäß paßt, und binde diesen Hut darüber fest; das Ganze wird die beistehende Gestalt zeigen; dann stelle Gefäß und Hut auf das Sandbad und erhitze erst gelinde, dann allmälig etwas stärker. Ein sich im Zimmer verbreitender Duft wird sich dir bald angenehm bemerkbar machen. Er rührt von dem flüchtigen Oele des Benzoëharzes her, welches in der Hitze Gasgestalt annimmt und in die Luft übergeht. Zu gleicher Zeit wird auch ein eigenthümlicher Körper — Benzoësäure genannt — luftförmig aus dem Harze abgeschieden, der sich aber, abweichend von dem weit flüchtigeren Oele, an dem kühlen Papierhute wieder verdichtet und sich daran in Gestalt feiner seidenglänzender weißer Nadeln ansetzt. Das Fließpapier, welches über das erhitzte Gefäß gespannt ist, dient hierbei, um einige fremde Substanzen, die gleichfalls sich aus dem Benzoëharze entwickeln, zurückzuhalten. Doch sind die schönen Benzoësäurenadeln noch nicht vollkommen rein; für unseren Zweck ist dies auch nicht gerade erforderlich. Es genügt wenn du daran erkannt hast, wie feste Körper durch Erhitzen Gasgestalt annehmen und dann an kalten Gegenständen wieder verdichtet werden können. Dieser Vorgang ist es, den man „Sublimation“ nennt. Die Benzoësäure sammele mittelst einer Federfahne auf ein Papier und bewahre sie als Präparat in einem Glase auf.

Fig. 49.

XXVI. Noch leichter kannst du die Sublimation mit einem einfachen Körper vornehmen, den du unter dem Namen Jod in einer Apotheke oder Materialhandlung bekommen wirst. Bringe davon eine ganz geringe Menge, einige Körnchen von der Größe einiger Stecknadelsköpfe, in eines deiner Gläser, welches einen ziemlich dünnen Boden hat, oder auch in eine Schale; bedecke das Gefäß mit einer Glasscheibe und erhitze es langsam und vorsichtig auf dem Sandbade. Du wirst bemerken, daß das Jod sich in eine dunkelviolette Luftart verwandelt, die, nebenbei gesagt, einen starken, stechenden Geruch besitzt. An der kalten Glasplatte wird der Joddampf wieder verdichtet, und du wirst, wenn alles Jod vom Boden des Gefäßes verschwunden ist, den Rand desselben und den Glasdeckel mit kleineren oder größeren stark glänzenden Krystallen von Jod überzogen finden, welche also durch Sublimation des angewandten Jods erhalten wurden.

XXVII. In kleinem Maßſtabe kann man auch die Sublimation zwiſchen zwei auf einander paſſenden Uhrgläſern vornehmen. Lege z. B. auf ein Uhrglas etwas Indigopulver, decke es mit einem anderen zu und erwärme das Ganze behutſam auf dem Sandbade. Prachtvoll blaue, kupferroth glänzende Kryſtallſchuppen werden ſich an dem oberen Gläschen anſetzen. Sie ſind aus dem Indigo ſublimirt und beſtehen aus einer Subſtanz, die einen weſentlichen Gemengtheil deſſelben ausmacht, deren Namen und Eigenſchaften uns aber für jetzt weiter nicht kümmern ſollen.

XXVIII. Ich kann dieſes Kapitel nicht ſchließen, ohne noch ein Präparat anzuſchließen, das dir viel Freude gewähren wird. Suche dir etwas Queckſilber, etwa von einem Barometermacher, zu verſchaffen; nimm davon ½ Loth und reibe dies mit ½ Loth Jod und einigen Tropfen Weingeiſt ſo lange in einem Mörſer zuſammen, bis ein gleichförmiges rothes Pulver entſtanden iſt, das keine Queckſilberkügelchen mehr zeigt. Der Weingeiſt verdunſtet während des Reibens und es bleibt eine Verbindung des Jods mit Queckſilber — das Jodqueckſilber — zurück. Bewahre dieſe Subſtanz in einem wohl verkorkten Fläſchchen auf und bringe einen Theil davon — etwa eine Meſſerſpitze voll — zur Sublimation in ein Uhrglas, das mit einem gleich großen bedeckt, auf das Sandbad geſtellt und behutſam erwärmt wird. Das Jodqueckſilber geht alsbald in Gasgeſtalt über und ſetzt ſich an dem oberen Uhrglas in gelben Schuppen und Nadeln an. Dies Jodqueckſilber iſt aber ein ſehr giftiger Körper, und ich muß dir daher empfehlen, über die Uhrgläſer irgend ein Glasgefäß, etwa ein kleines Cylinderglas oder ein fußloſes Weinglas oder dergl. zu ſtürzen, damit die Jodqueckſilberdämpfe nicht in's Zimmer gelangen. Auch darf der Apparat nicht eher gelüftet werden, als bis er nach ſeiner Entfernung vom Ofen völlig kalt geworden iſt.

Du wirſt dann am oberen Uhrglaſe, wie ſchon geſagt, gelbe Kryſtallblättchen finden, die entweder gleich oder nach einigen Sekunden hier und da rothe Flecken zeigen, die an Größe und Zahl immer mehr zunehmen. Du kannſt ſolche rothe Flecken nach Willkür hervorrufen, wenn du die Kryſtalle mit einer Meſſerſpitze oder Nadel berührſt. Es iſt recht artig und luſtig anzuſehen, wie allmälig die ganze Maſſe roth getigert erſcheint, und die rothe Farbe endlich die gelbe gänzlich verdrängt. Machſt du nun das obere Uhrglas zum unteren, ſo wiederholt ſich die Erſcheinung, und man kann das hübſche Spiel ſo oft treiben, als man Luſt hat. Die Urſache dieſer merkwürdigen Farbenveränderung iſt in Kürze folgende:

Bisher wirſt du bemerkt haben, daß jeder kryſtalliſirte Körper unter allen Umſtänden die gleiche Kryſtallform beſitzt. Bei dem Jodqueckſilber

iſt dies nicht der Fall: es tritt unter zwei verſchiedenen Kryſtallgeſtalten auf, und jede derſelben entſteht unter gewiſſen Umſtänden. Der einen davon kommt die gelbe, der anderen die rothe Farbe zu. Sind nun durch Sublimation die gelben Kryſtalle entſtanden, ſo gehen dieſe allmälig in die dem gewöhnlichen Zuſtande entſprechende andere Kryſtallform mit der rothen Farbe über, indem ſich die einzelnen Theilchen der Kryſtalle verſchieben und eine andere gegenſeitige Lage annehmen. Dieſe Veränderung der Geſtalt iſt dem bloßen Auge nicht wahrnehmbar, mit dem Vergrößerungsglaſe aber läßt ſie ſich genau verfolgen. Es mag dir für jetzt dieſe Erläuterung genügen; ſpäter kommen wir vielleicht auf dieſen Gegenſtand noch einmal zurück.

Für heute aber will ich dieſe Reihe der Präparate hiermit beſchließen; im nächſten Briefe wende ich mich zur Deſtillation, die für flüſſige Körper daſſelbe, was die Sublimation für feſte iſt. Um Deſtillationen ausführen zu können, wirſt du zweierlei Glasgefäße bedürfen, welche unter dem Namen Retorten und Vorlagen bekannt ſind. Die Retorten ſind mehr oder weniger birnförmige Gefäße mit einem Halſe, der ſchräg nach abwärts geneigt iſt. Sie haben etwa die Geſtalt wie beiſtehende Figuren:

Fig. 50.

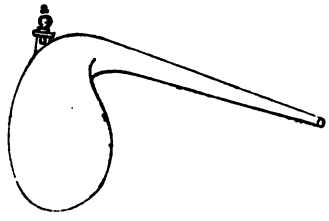
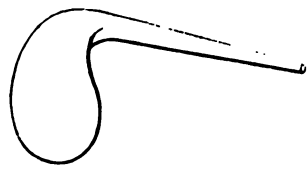
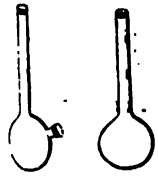


Fig. 51.



erſtere heißen tubulirte: der mit einem Glas- oder Korkſtöpſel zu verſchließende Tubus a dient zum Einfüllen der Subſtanzen in die Retorte; die andern ſind nicht tubulirt. In den Retorten werden die zu deſtillirenden Flüſſigkeiten erhitzt; aufgefangen und durch Abkühlung verdichtet wird der gebildete Dampf in der Vorlage, einem kugelförmigen Glasgefäß mit gerade angeſetztem Halſe, in welchen der Hals der Retorte leicht hineinpaſſen muß. Man hat Vorlagen (Fig. 52 u. 53) mit oder ohne Tubus; letztere heißen auch Kolben.

Fig. 52. Fig. 53.



Du wirſt zwar zu den zunächſt darzuſtellenden Präparaten nur eine oder zwei Retorten nebſt Vorlagen bedürfen; da du aber jedenfalls ſpäter deren mehrere nöthig haſt, ſo rathe ich dir, gleich eine größere Anzahl, etwa 6 bis 8 Retorten und eben ſo viele Vorlagen von verſchiedener Größe anzuſchaffen.

Von den Retorten nimm die Hälfte tubulirt, die Hälfte *nicht* tubulirt; erſtere jedenfalls *ohne* eingeſchliffenen Glasſtöpſel; die Vorlagen nimm ohne Tubus, damit du ſie auch als Kolben zu anderen Zwecken gebrauchen kannſt. Folgende Anzahl wird deinem Bedürfniſſe wohl auf lange Zeit entſprechen:

a. Retorten:

2	mikrochemiſche	von	½	bis 1	Unze Inhalt,	von jeder Art eine mit, die andere ohne Tubus.
2	Retorten	„	3	Unzen	Inhalt,	
2	„	„	6	„	„	
2	„	„	12	„	„	

b. Kolben:

Etwa dieſelbe Anzahl und von derſelben Größe; der Hals eines jeden muß ſo eng ſein, daß der Hals der entſprechenden Retorte hineinpaßt.

Die Retorten werden etwa 1 bis 1½ Thlr., die Kolben ungefähr eben ſo viel koſten.

Billiger kannſt du ſie haben, wenn du ſie von halbweißem Glaſe nimmſt, wodurch etwa ⅓ des Preiſes erſpart werden wird.

Für die nach Anleitung meines nächſten Briefes anzuſtellenden Verſuche allein wirſt du mit zwei Retorten und Kolben, von je 3 und 6 Unzen Inhalt, zuſammen im Preiſe von etwa 15 Sgr. ausreichen.

Fig. 54.

Zum Einfüllen von Flüſſigkeiten in die nicht tubulirten Retorten iſt ferner ein Retortentrichter (Fig. 54) (Preis 5 bis 6 Sgr.) faſt unentbehrlich; laſſe ihn dir zugleich mit den Retorten kommen, oder von einem Glasarbeiter oder Barometermacher anfertigen.

Endlich iſt es jetzt an der Zeit, für ein Geſtell oder einen Schrank zu ſorgen, um darauf deine, nunmehr immer zahlreicher werdenden Präparate und Apparate aufzuſtellen. Am beſten iſt ein niedriger Schrank, der zugleich als Tiſch dienen kann; er muß dann 9″ bis 1′ höher ſein, als ein gewöhnlicher Tiſch. Man hat ſolche Schränke vielfach als Küchenſchränke; du kannſt dir vielleicht einen ſolchen leicht verſchaffen. Wenn du keinen Schrank haben kannſt, ſo wird an der Wand ein Geſtell zu befeſtigen ſein, deſſen Bretter ſo breit ſind, daß auch deine größten Schalen und Gläſer darauf Platz haben; in die oberſten Gefächer kommen die Retorten und Kolben zu liegen, zunächſt darunter die fertigen Präparate, darunter die Rohmaterialien, und endlich ganz unten die Schalen und Gläſer. Die Höhe der Gefächer muß 1 bis 2″ mehr betragen als die der höchſten Gegenſtände, wofür ſie beſtimmt ſind, doch nie unter 5″.

Bis zu meinem nächſten Briefe wirſt du Zeit haben, Alles zu beſorgen, und ich will daher für heute ſchließen.

An Materialien bedarfſt du für nächſtens:

4 Loth Salpeter,
3 „ Bleizucker,
2 „ Kreide und
4 „ Salmiak,

ſo wie einen Vorrath (1 bis 2 Pfund) Schwefelſäure.

---

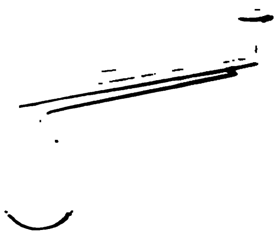
13. Brief.

Allgemeine Erläuterungen. Ausführung von Deſtillationen: Waſſer. Darſtellung der Salpeterſäure; Erklärung. Darſtellung der Eſſigſäure; Erklärung. Darſtellung des kohlenſauren Ammons; Erklärung.

Du ſchreibſt mir, du möchteſt nicht gerne die Retorten allein kommen laſſen, ſondern Alles zugleich beſtellen, was du etwa noch brauchen wirſt, und ich ſolle dir daher angeben, was du im Ganzen noch nöthig haben wirſt. Liebſter Freund, das kann ich dir unmöglich ſagen, denn ich weiß erſtens nicht, ob du alle Präparate dar- und alle Experimente anſtellen wirſt, die ich dir beſchreiben werde, und von denen du je nach deiner Geſchicklichkeit und den jedesmal bereits erlangten Kenntniſſen einige auslaſſen können wirſt, und zweitens iſt es mir gänzlich unbekannt, wie oft du der Elaſtizität deiner gläſernen und porzellanenen Gegenſtände allzuviel zumuteſt, d. h. wie viel du ungefähr zu zerbrechen pflegſt, oder vielmehr, wie viel du zu zerbrechen beabſichtigſt. So lange du mir das nicht angeben kannſt, ſo lange kannſt du auch nicht von mir verlangen, daß ich dir ſage, was du im Ganzen brauchen wirſt. So wird es aber nicht ſchwer halten, jedesmal, wenn ich dir ſchreibe, du ſollſt dir eine gewiſſe Anzahl Geräthe anſchaffen, zugleich diejenigen zu beſorgen, die du vorher zerbrochen haben ſollteſt; denn daß du deren zerbrichſt, daran zweifle ich ſchon deswegen nicht, weil du mir noch kein Wörtchen darüber geſchrieben haſt.

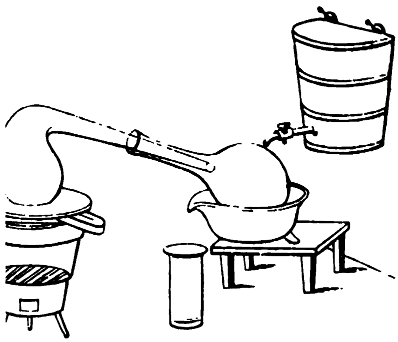
XXIX. Die Retorten und Kolben benutzen wir heute, wie geſagt, zur Deſtillation, und zwar ſollſt du zuerſt die einfachſte Deſtillation vornehmen, die möglich iſt, nämlich die des Waſſers. Fülle eine Retorte von 6 Unzen Inhalt zur Hälfte mit Brunnenwaſſer, und bringe dann ein Paar Stückchen Holzkohle hinein. Haſt du eine tubulirte Retorte, ſo geſchieht dieſes Einfüllen durch den Tubulus, der darauf mit einem Medizinpfropfen verſchloſſen wird. Wo nicht, ſo bedienſt du dich dazu

Fig. 5[illegible]



[illegible] Wärme [illegible] werden. [illegible] dem [illegible] und der [illegible] in den [illegible] [illegible] dann [illegible], daß der Retortenhals nicht [illegible] wird. Stelle nun die so [illegible] mit [illegible] Retorte auf [illegible] Sandbad. [illegible] 1 bis 2[illegible] beträgt. [illegible] den Sand etwas [illegible] und [illegible] es auf dem [illegible] oder [illegible] (im letzteren Falle mit [illegible] Dreiangel) bis zum [illegible]. In der [illegible] einen Tisch oder eine Bank [illegible] [illegible] darauf [illegible] Schale etwas tiefer als die Retorte. Diese Schale muß so groß sein, daß [illegible] um die Vorlage ein Raum von der Breite einer Hand übrig bleibt. In dieselbe lege [illegible] aus getrocknetem Papier gebogenen und zusammengebundenen Ring, [illegible] die zur Retorte gehörige Vorlage paßt, lege die Vorlage auf [illegible]apierkranz und stelle das Ganze so, daß der Hals der Retorte [illegible] der Vorlage hineinreicht und denselben lose verschließt. Auf die [illegible]ge werden nun einige Stücke nasses Löschpapier gelegt und diese [illegible]rlaufe der Operation durch Auftröpfeln frischen Wassers stets naß [illegible]ühl erhalten. Hast du den Waschapparat mit Hahn (Brief Nr. 2) [illegible]nden, so eignet sich dieser vortrefflich dazu; er wird dann so auf[illegible]t, daß das tropfenweise abfließende Wasser auf den höchsten Punkt [illegible]olbens falle; etwa wie es beistehende Figur deutlich machen soll.

Fig. 56.



Erhitze nun die Retorte so stark, daß das Wasser kocht; dabei dienen die darin schwimmenden Kohlen zur wesentlichen Erleichterung der Dampfentwickelung, indem diese sonst an den Glaswänden nur schwierig vor sich gehen und dann stoßweise erfolgen würde. Du wirst nun sehr bald bemerken, [illegible]ie Wasserdämpfe sich in der kühl gehaltenen Vorlage zu verdichten [illegible]gen; zur Vermehrung der Verdichtung ist es gut, auch den Hals [illegible]orlage mit nassem Papier zu bedecken und kalt zu erhalten.

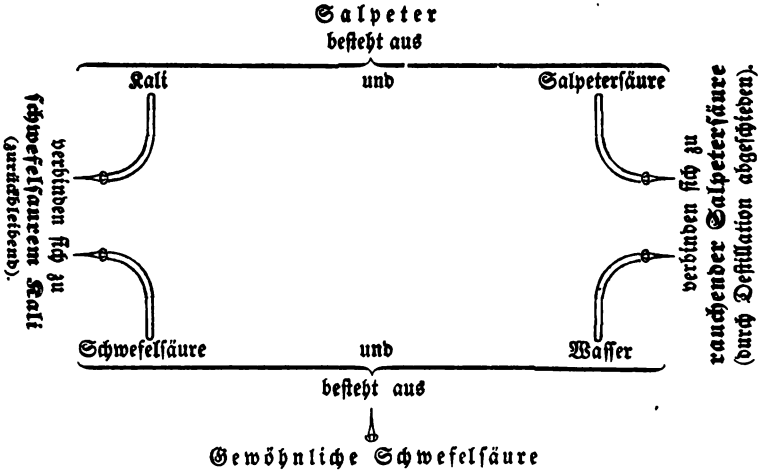
Wenn etwa die Hälfte des in der Retorte befindlichen Waſſers überdeſtillirt iſt, magſt du den Verſuch unterbrechen. Das Produkt „deſtillirtes Waſſer“ unterſcheidet ſich von dem angewandten Brunnenwaſſer weſentlich dadurch, daß diejenigen fremden Beſtandtheile, welche in letzterem aufgelöſt ſind und nicht in der Siedehitze die Gasgeſtalt annehmen können, in dem erſteren fehlen. Du kannſt dich leicht davon überzeugen, indem du auf zwei Uhrgläſer Proben von beiden Waſſern langſam auf dem Sandbad verdunſten läſſeſt, wo dann das Brunnenwaſſer einen ſtarken, das deſtillirte keinen Rückſtand laſſen wird. Das deſtillirte Waſſer iſt daher reiner als das Brunnenwaſſer, und aus dieſem Grunde werden für chemiſche und mediziniſche Zwecke große Mengen Waſſer deſtillirt, wozu aber weit weniger einfache Apparate gebraucht werden, als der ſo eben conſtruirte. Doch davon ein anderes Mal. Die Natur deſtillirt ebenfalls große Maſſen Waſſer, nur nicht in der Siedehitze: das Waſſer der feuchten Erde, der Bäche, Flüſſe, See'n und Meere geht ununterbrochen durch die Luftwärme in Gasgeſtalt über, und wird dann in den oberen Schichten der Atmoſphäre durch die dort herrſchende Kälte zu Wolken verdichtet, woher es dann als Schnee, Regen oder Hagel herunterfällt. Schnee- und Regenwaſſer ſind daher frei von den fremden nicht flüchtigen Beſtandtheilen des Brunnenwaſſers, und hierin erkennſt du leicht den Grund, weshalb ich dir den Gebrauch des Regenwaſſers für deine Arbeiten anempfohlen habe.

XXX. Bringe in eine Retorte von 6 Unzen Inhalt 2 Loth Salpeter und mittelſt des Retortentrichters eben ſo viel Schwefelſäure, oder bei Anwendung einer kleineren Retorte dem entſprechend geringere Quantitäten von beiden, und richte den Apparat ſo ein, wie bei dem vorigen Verſuche, nur muß der Hals der Retorte, da, wo er in dem Kolbenhalſe ſteckt, durch Umwickeln mit etwas feuchtem Papier ein wenig verdickt werden, damit beide beſſer aneinander ſchließen. Wenn du nun ziemlich ſtark erhitzeſt und die Vorlage gut abkühlſt, ſo wird eine röthliche Flüſſigkeit überdeſtilliren, welche wir Salpeterſäure nennen. Wenn nichts mehr davon kommt, ſo iſt der Prozeß zu unterbrechen und die erhaltene Subſtanz in einem Fläſchchen mit eingeriebenem Glasſtöpſel aufzubewahren, das vorher mit ſchwarzem Papier beklebt, oder ſchwarz angeſtrichen worden iſt, und die Aufſchrift „rauchende Salpeterſäure“ trägt. Der Rückſtand in der Retorte wird nach deren völligem Erkalten in derſelben mit Waſſer übergoſſen und behutſam erwärmt; durch Wiederholen dieſer Operation wird er bald entfernt.

Die Zerſetzung während der Darſtellung der Salpeterſäure iſt folgende:

Der Salpeter iſt ſalpeterſaures Kali, alſo eine Verbindung von Salpeterſäure und Kali. Die Schwefelſäure iſt eine ſtärkere Säure als

die Salpeterſäure und treibt dieſelbe in ähnlicher Weiſe aus, wie wir dies ſchon früher kennen gelernt haben, wobei ſie ſich mit dem Kali zu ſchwefelſaurem Kali verbindet. Die Schwefelſäure ſelbſt aber enthält eine beſtimmte Menge Waſſer, und hiermit verbindet ſich die frei gewordene Salpeterſäure zu waſſerhaltiger Salpeterſäure, die man rauchende nennt. Nach vollendeter Zerſetzung haben wir alſo in der Maſſe neben dem gebildeten ſchwefelſauren Kali die (mit dem Waſſer der Schwefelſäure verbundene) Salpeterſäure. Beim Erhitzen verwandelt ſie ſich aber in Dampf, und wird ſo durch Deſtillation von dem zurückbleibenden ſchwefelſauren Kali getrennt, etwa nach folgendem Schema:



Ich habe nur noch hinzuzufügen, daß ich dich ernſtlich ermahne, dich und deine Kleider vor Berührung mit der Salpeterſäure ſorgfältig zu hüten, da ſie alle organiſchen Körper heftig angreift und zerſtört, oder wie man zu ſagen pflegt, verbrennt. Sollte dir indeſſen etwas derart geſchehen, ſo empfehle ich als das beſte Gegenmittel Abwaſchen mit Waſſer und Benetzen mit Salmiakgeiſt (Ammoniak), wovon du zu ſolchen Zwecken ſtets etwas vorräthig haben mußt.

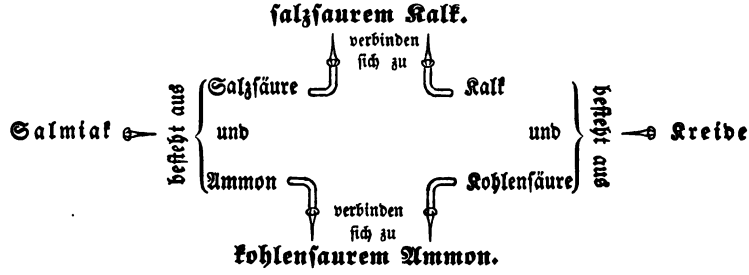
Mit den erwähnten Experimenten wirſt zu zwar ſchon ziemlich ausreichen, um dich mit der Sublimation und Deſtillation bekannt zu machen; willſt du aber dieſe Verſuche noch etwas weiter ausdehnen, ſo empfehle ich dir noch die Darſtellungen von Eſſigſäure und von kohlenſaurem Ammon.

XXXI. Um Eſſigſäure zu erhalten, bringſt du in die kleine Retorte 3 Loth fein geſtoßenen Bleizucker, übergießeſt denſelben erſt mit etwa 1 Loth Waſſer und dann mit 1 Loth Schwefelſäure. Dann richte den Deſtillirapparat ein und erhitze ſo lange, bis nur noch wenig überdeſtillirt; das in der Vorlage Verdichtete iſt Eſſigſäure, die du, namentlich

nachdem sie mit Wasser verdünnt worden, leicht an ihrem Essiggeruch erkennen wirst. Die hier vor sich gehende Zersetzung ist eine, wie sie dir nunmehr schon geläufig ist: das essigsaure Bleioxyd — der Bleizucker — wird durch die Schwefelsäure zersetzt; Essigsäure (mit einem Theil des zugesetzten Wassers) wird verflüchtigt, und schwefelsaures Bleioxyd bleibt zurück.

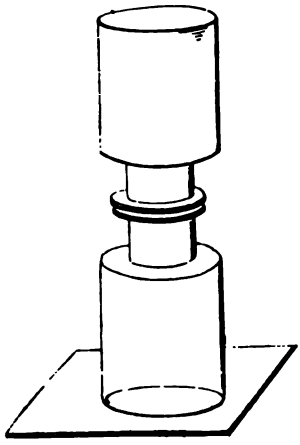
Dieses ist durch wiederholtes Ausspülen mit Wasser aus der Retorte zu entfernen, die dann umgekehrt aufgehängt wird, damit alles Wasser wieder ausläuft.

Das kohlensaure Ammon — also eine Verbindung von Kohlensäure und Ammon — erhältst du durch Destillation, oder richtiger Sublimation von Salmiak und Kreide. Der Salmiak ist salzsaures Ammon, d. h. eine Verbindung von Salzsäure und Ammon, und die Kreide ist kohlensaurer Kalk. Wenn diese beiden Substanzen in gepulvertem Zustande mit einander gemischt und dann erhitzt werden, so tauschen sie ihre Bestandtheile aus, so daß sich die Kohlensäure mit dem Ammon, die Salzsäure aber mit dem Kalke verbindet. Das kohlensaure Ammon wird durch die Hitze verflüchtigt und der salzsaure Kalk bleibt als Rückstand übrig; die Zersetzung ist also etwa folgende:



Um die Zersetzung zu bewirken, müssen beide Substanzen, und zwar im Verhältniß von 1 Theil Kreide auf 2 Theile Salmiak, fein gepulvert und gemischt einer solchen Hitze ausgesetzt werden, daß das kohlensaure Ammon, welches übrigens leicht flüchtig ist, sich sublimiren kann. Die Sublimation kannst du auf zweierlei Weise bewerkstelligen, nämlich entweder aus einer kleinen Retorte mit Vorlage, oder in zwei aufeinander gesetzten Fläschchen. Im ersteren Falle wird die Retorte ganz in Sand gehüllt und die gekühlte Vorlage möglichst dicht anschließend vorgelegt. Das erhaltene weiße Pulver ist dann aber schwer aus derselben heraus zu bekommen, und du wirst dich entweder genöthigt sehen, durch Eingießen von Regenwasser nur eine Auflösung davon zu erhalten, oder die Vorlage zu zerschlagen; ich rathe dir mehr zu dem ersteren Auskunftsmittel.

Fig. 57.



Im Falle du keine Retorte mit Vorlage anwenden willſt, kannſt du auch das Pulver von Kreide mit Salmiak in ein Präparatengläschen mit möglichſt dünnem Boden ſchütten, dieſes dann recht vorſichtig (damit es nicht ſpringe) auf dem Sandbad erwärmen, und in dem Zeitpunkte, wo ſich die heftig riechenden Dämpfe des kohlenſauren Ammons zeigen, ein anderes Fläſchchen darüber ſtürzen, deſſen Oeffnung möglichſt genau auf die des erſteren paßt (Fig. 57); nöthigenfalls werden dann beide Oeffnungen durch etwas Mehl und Waſſer mit einander verbunden. In dem oberen Fläſchchen verdichten ſich dann die aus dem unteren ſich entwickelnden Dämpfe von kohlenſaurem Ammon, und es bleibt nur übrig, dieſen Körper in der verkorkten Flaſche entweder in feſter Form, oder als Löſung in Waſſer aufzubewahren. In Form größerer Kryſtalle iſt er nicht zu erhalten.

Hiermit magſt du dieſe Reihe von Präparaten abſchließen, und wir wollen nächſtens zu ſolchen übergehen, die die Anwendung mehrerer verſchiedener Operationen erfordern. Mittlerweile haſt du etwas Kupferhammerſchlag und ein Pfund Soda zu beſchaffen. Von ihrer Verwendung im nächſten Brief.

14. Brief.

Darstellung des Barythydrats; Erklärung. Benutzung des Rückstandes zu essigsaurem Kupferoxyd. Darstellung von phosphorsaurem Natron aus Knochen.

Durch die hier und da gegebenen Erklärungen der bei der Darstellung der Präparate stattfindenden Vorgänge hoffe ich, dich so weit vorgebildet zu haben, daß du diejenigen, welche ich dir sogleich geben werde, ebenfalls zu verstehen im Stande sein wirst. Versuche es, wenn es dir aber nicht bald gelingen sollte, so bemühe dich nicht allzusehr; denn jedenfalls kommen wir später noch einmal hierauf zurück und holen dann das etwa Versäumte nach.

XXXII. Von der das Schwefelbaryum enthaltenden Masse (Präp. XXIII) nimm etwa die Hälfte und koche sie auf dem Sandbade in einem Kolben oder in einer Schale mit nicht zu viel Wasser aus; die erhaltene Flüssigkeit filtrire durch einen vorher erwärmten Trichter in eine gleichfalls vorgewärmte Flasche mit eingeriebenem Glasstöpsel. Nach Beendigung der Filtration mußt du dich wohl hüten, den Stöpsel sofort in den Flaschenhals zu stecken; der noch heiße und mithin etwas ausgedehnte Hals würde denselben beim Erkalten so fest zusammenklemmen, daß es später nur mit großer Mühe oder gar nicht gelingen dürfte, die Flasche wieder zu öffnen. Stecke daher, bevor du den Stöpsel aufsetzest, ein schmales Stückchen Papier zwischen denselben und die Wand des Halses; ist Alles völlig erkaltet, so nimm das Papierstückchen weg und drehe den Stöpsel dann fest ein.

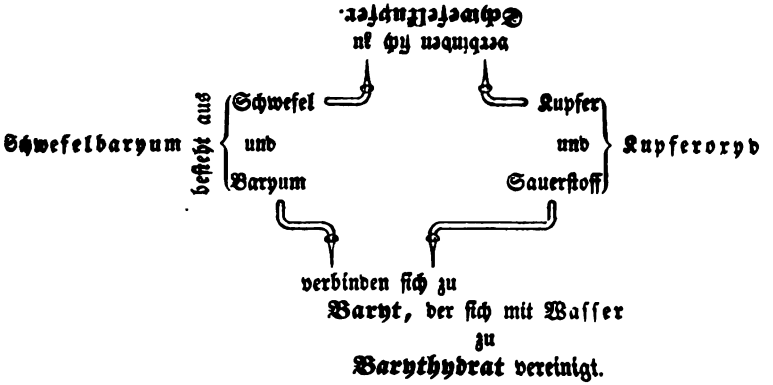
Von der erhaltenen Schwefelbaryumlösung wirst du etwa die Hälfte für jetzt nöthig haben; diese Quantität bringe in einem Kolben unter allmäligem Erhitzen zum Sieden, und füge feingepulverten Kupferhammerschlag hinzu. Wenn Alles eine kurze Zeit gekocht worden, so lasse das Pulver absitzen, und siehe zu, ob die Flüssigkeit noch gelb gefärbt erscheint. Ist dies der Fall, so muß unter Zusatz von etwas Kupferhammerschlag nochmals gekocht werden, bis die gelbe Farbe nach dem Absitzenlassen nicht mehr sichtbar ist. Die Zersetzung ist alsdann beendigt und die Flüssigkeit muß durch einen vorgewärmten Trichter

in eine vorgewärmte Flaſche mit etwas weitem Halſe filtrirt werden, die mit einem guten Korkſtöpſel verſchloſſen wird. Thue dies noch ehe die Flaſche abgekühlt iſt, denn die erhaltene Löſung kann, ohne eine Veränderung zu erleiden, nicht mit der Luft in Berührung bleiben. Selbſt wenn man direkt den Trichter auf den Hals der Flaſche aufſetzt, läßt es ſich nicht vermeiden, daß durch die in derſelben befindliche Luft ein Theil des Filtrats verändert und darin ein weißer Niederſchlag erzeugt wird. Um deſſen Menge möglichſt zu verringern, wirſt du wohl daran thun, das anfangs Durchgelaufene noch ein- oder zweimal auf das Filtrum zu gießen; indeſſen erreicht man nur bei ſehr gutem, recht raſch filtrirendem und doch dichtem Papier eine völlig klare Flüſſigkeit.

Nach dem völligen Erkalten der Löſung wirſt du darin waſſerhelle, farbloſe Kryſtalle finden; gieße die Mutterlauge in eine mit einem Glasſtöpſel verſchloſſene Flaſche und gieb dieſer die Aufſchrift „Barytwaſſer", die Kryſtalle aber trockene ſchnell zwiſchen Fließpapier ab und bewahre ſie in einer ſorgfältig verkorkten Flaſche unter der Aufſchrift „Barythydrat."

Die bei dieſer Darſtellung vor ſich gehende Zerſetzung iſt folgende:

Der Kupferhammerſchlag beſteht aus Kupfer und dem mehrerwähnten Sauerſtoff, ſein chemiſcher Name iſt daher Kupferoxyd, was ſo viel heißt wie Sauerſtoffkupfer. Der Sauerſtoff geht an das Baryum des Schwefelbaryums, während der Schwefel dieſes letztern an der Stelle des Sauerſtoffs ſich mit dem Kupfer verbindet. So entſteht einerſeits aus dem Kupfer und dem Schwefel Schwefelkupfer, andererſeits aus dem Baryum und dem Sauerſtoff Sauerſtoffbaryum, oder wie man es zu nennen pflegt Baryt. Erſteres bildet ein unlösliches ſchwarzes Pulver, letzteres aber verbindet ſich ſeinerſeits noch mit einem Antheil des vorhandenen Waſſers zu einem kryſtalliniſchen, farbloſen Körper, den man Barythydrat nennt (ſ. oben Brief 11) und deſſen Löſung in Waſſer den Namen Barytwaſſer trägt.



Man kann die Verhältnisse genau so treffen, daß man nur diese beiden Produkte erhält: es zersetzen sich nämlich genau 84,6 Theile Schwefelbaryum und 39,7 Theile Kupferoxyd zu 76,6 Theilen Baryt und 47,7 Theilen Schwefelkupfer. Da aber das Schwefelbaryum im Wasser gelöst ist und die Menge desselben daher nicht erkannt werden kann, so nimmt man zweckmäßig eine größere Quantität Kupferoxyd als gerade nothwendig, und zwar um so viel eher, als ein Ueberschuß davon nichts schadet, sondern nebst dem gebildeten Schwefelkupfer beim Abfiltriren zurückbleibt.

XXXIII. Diesen Ueberschuß, der auf dem Filtrum gesammelt worden kannst du noch zu einem andern recht hübschen Präparate benutzen. Gieße auf das Filtrum etwas Essigsäure (1), durchstich dann das Papier, so daß Flüssiges und Festes hindurch- und in eine unterstehende Schale laufe, spüle den Rest noch mit etwas Essigsäure nach und erhitze dann die erhaltene trübe Flüssigkeit unter Zusatz von dem etwa noch übrigen feingepulverten Kupferhammerschlag zum Sieden; dann filtrire heiß ab und verfahre wie gewöhnlich, um Krystalle durch Abkühlen zu erhalten. Wenn du die Krystallisation in einem recht flachen Geschirre unter sorgfältig verlangsamter Abkühlung und so vornimmst, daß sich nur wenig ausscheiden kann, so wirst du recht schön ausgebildete, wenn auch kleine, dunkelgrüne Krystalle erhalten. Sie zeigen beistehende Form und bestehen aus einer Verbindung von Essigsäure mit Kupferoxyd; sie sind also essigsaures Kupferoxyd. Wenn du einige hübsche Krystalle erhalten hast, so magst du das Uebrige als Lösung aufbewahren. Du kannst dich dann gleich mittelst eines Theils derselben davon überzeugen, daß das, was du (Brief Nr. 8) über die Abscheidung des Kupfers durch Eisen aus Kupfervitriol erfahren hast, auch für diese Kupferlösung gilt.

Fig. 58.

XXXIV. Verschaffe dir nun ein Paar Knochen und lege sie irgendwo so lange in ein Ofenfeuer, bis sie völlig weiß gebrannt sind: die so erhaltene, von aller thierischen Substanz befreite Masse besteht wesentlich aus dem dir schon bekannten Kalke und einer bisher noch nicht genannten Säure, der Phosphorsäure, sie ist also (hauptsächlich) phosphorsaurer Kalk. Wir wissen nun schon aus vielen Beispielen, daß die Schwefelsäure eine recht starke Säure ist, welche alle andern Säuren zu verjagen pflegt. So auch für die Phosphorsäure. Sie verbindet sich, wenn man die gebrannten Knochen damit übergießt, mit dem Kalke derselben und setzt somit die Phosphorsäure in Freiheit. Diese Zersetzung geht jedoch nicht augenblicklich, sondern erst nach und nach von statten, und du thust

(1) Wenn du die von Präparat Nr. XXXI aufgehoben hast, so kannst du sie hierzu verwenden.

daher wohl daran, die bis zu breiartiger Beschaffenheit mit Schwefelsäure vermischte Masse (etwa 3 Theile Knochen auf 2 Theile Säure) einen Tag stehen zu lassen und sie dann mit etwa ihrem doppelten Volumen Wasser unter der Vorsichtsmaßregel zu zerrühren, daß nichts von der sehr sauren und daher ziemlich gefährlichen Masse umhergespritzt werde. Lasse dann die festen Theile, die hauptsächlich aus schwefelsaurem Kalk bestehen, sich absetzen und gieße die möglichst geklärte Flüssigkeit in ein großes Glas. Filtriren kann man sie nicht, weil sie vermöge ihres Säuregehaltes das Papier sofort durchlöchern würde.

Diese Lösung von Phosphorsäure soll nunmehr zur Darstellung des phosphorsauren Natrons benutzt werden. Am einfachsten würde dies durch Zusatz von Natron geschehen, allein diese Substanz ist zu theuer und kann leicht durch ihre Verbindung mit Kohlensäure ersetzt werden, aus welcher diese letztere durch die Phosphorsäure ebenso verjagt wird, wie diese durch die Schwefelsäure abgeschieden wurde. Es besteht nur der wesentliche Unterschied, daß die Kohlensäure, wie du weißt (Brief 6), ein gasförmiger Körper ist, und daher gänzlich aus der Masse entweicht, während die Phosphorsäure als nicht gasförmig darin gelöst bleibt. Wir setzen also zu unserer sauren Lösung kohlensaures Natron, sogenannte Soda hinzu. Dies geschieht am besten in Gestalt eines mit etwas Wasser zerrührten Pulvers und in kleinen Quantitäten, weil sonst die heftig aufschäumende Flüssigkeit überlaufen würde; so lange wird damit fortgefahren, bis kein Aufbrausen mehr beim Zusatz neuer Quantitäten stattfindet, auch wenn das Ganze umgerührt und erwärmt wird.

Es ist also jetzt eine Lösung von phosphorsaurem Natron entstanden, die nur noch des Eindampfens und Abkühlens bedarf, um in Krystallen anzuschießen. Ich muß jedoch bemerken, daß es sehr schwer ist, genau so viel Schwefelsäure mit den Knochen zu vermischen, wie zu deren Zersetzung erforderlich ist, ja es ist sogar gut, einen Ueberschuß davon anzuwenden. Dieser Ueberschuß nun zersetzt, eben so wie die Phosphorsäure, das kohlensaure Natron, und die erzielten Krystalle werden demnach außer dem phosphorsauren auch etwas schwefelsaures Natron enthalten. Es ist eben nicht schwer, beide Körper wenigstens so weit zu trennen, wie es für unsere Zwecke hinreichen wird. Sammle die bei einer ersten und etwa einer zweiten Krystallisation abgesetzten Krystalle, und gieße den Rest der Mutterlauge unbenutzt weg. Wie viel dies sein soll, kann ich natürlich nicht angeben; es hängt theils von dem wirklich vorhanden gewesenen Ueberschuß an Schwefelsäure, theils von der Menge der abgeschiedenen Krystalle ab; etwa ¼ der concentrirten Lösung wirst du zu verlieren wohl thun. Dann lasse die gesammelten Krystalle noch

einmal umkryſtalliſiren, d. h. löſe ſie in heißem Waſſer, laſſe durch Erkalten ein erſtes Mal und dann nach dem Abdampfen noch ein zweites Mal Kryſtalle ſich abſetzen und gieße die Mutterlauge abermals fort; das ſo erhaltene phosphorſaure Natron iſt hinreichend rein; ſpäter ſollſt du lernen, ſelbſt zu unterſuchen, in wie ferne dieſe Reinigung eine vollkommene geweſen. Haſt du aber eine große Menge Knochen in Arbeit genommen und ſehr viel von deinem Präparate erzielt, ſo iſt es zweckmäßig, das Umkryſtalliſiren unter Entfernung des letzten Reſtes Mutterlauge noch mehrmals zu wiederholen.

Worauf die Reinigung durch dieſes Verfahren beruht, habe ich wohl kaum nöthig, weiter auseinander zu ſetzen; du wirſt von ſelbſt verſtehen, daß das phosphorſaure Natron leichter als das ſchwefelſaure kryſtalliſirt, und daher das Letztere in größerer Menge in der Mutterlauge verbleiben muß. Das phosphorſaure Natron, welches waſſerhelle, farbloſe, ziemlich große Kryſtalle bildet, verwahre unter deinen anderen Präparaten.

15. Brief.

Erläuterungen über vorkommende Schwierigkeiten. Darſtellung von ſchwefelſaurem Bleioxyd und eſſigſaurem Kali. Vollſtändige und genaue doppelte Zerſetzung durch Ausfällung. Erklärung der dabei vorkommenden Verhältniſſe.

Es hat mich keineswegs verwundert, zu erfahren, daß du bei den Arbeiten, die ich dir neulich aufgegeben, auf einige Schwierigkeiten geſtoßen biſt, und Dinge geſehen haſt, von denen ich dir kein Wörtchen geſchrieben hatte. Auch geſtehe ich gerne ein, daß ich auf das, was du beobachtet haſt, vielleicht hätte aufmerkſam machen ſollen; allein ich wollte gerade, daß du dies ſelbſt finden möchteſt, und freue mich nun um ſo mehr, wie ſchon früher einmal, deines ſelbſtſtändig beobachtenden Verſtandes. Ich will nun der Reihe nach deine Bedenken und Anfragen beantworten.

Bei der Darſtellung des Barythydrats haſt du eine milchig trübe Flüſſigkeit erhalten, die nicht durch Filtriren klar werden wollte. Ich habe dir ſchon geſagt, daß es hierbei ſchwer hält, völlige Klarheit zu bewirken; es verbindet ſich nämlich die dir ſchon bekannte Luftart, die Kohlenſäure, welche ſich auch in der atmoſphäriſchen Luft befindet, ſehr gerne mit dem Baryt, und bildet damit ein weißes unauflösliches Pulver, deſſen Darſtellung auf andere Weiſe du heute noch kennen lernen wirſt.

Ferner hat die Eſſigſäure den Rückſtand von der vorhergehenden Zerſetzung bei weitem nicht ganz löſen wollen: das Ungelöſte iſt das Schwefelkupfer, welches von der Eſſigſäure nicht verändert wird.

Bei der Vermiſchung der Phosphorſäure aus den Knochen mit dem kohlenſauren Natron hat ſich die ziemlich klar abgegoſſene Flüſſigkeit getrübt. Du haſt ſehr wohlgethan, dich dadurch nicht weiter beirren zu laſſen, ſondern mit der nun abfiltrirten Flüſſigkeit weiter zu arbeiten. Die Entſtehung dieſer Trübung war ganz in der Ordnung, doch iſt die Erklärung derſelben hier noch nicht am rechten Orte.

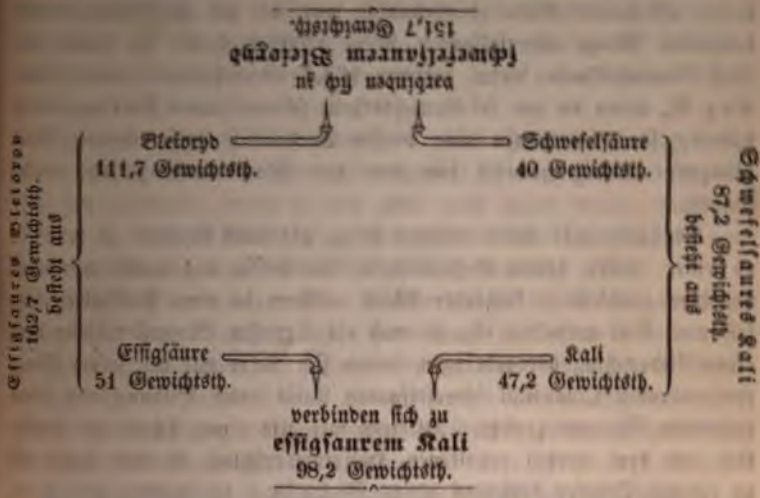
Endlich sind die wasserhellen Krystalle des phosphorsauren Natron schon nach Verlauf eines Tages weiß und trübe geworden: Wenn du sie noch länger an der Luft hast liegen lassen, so wirst du sie nunmehr fast ganz zu weißem Pulver zerfallen finden. Diese Erscheinung rührt daher, daß dieser Körper eine beträchtliche Menge Wasser enthält, welches darin als Krystallwasser (s. Brief 11) enthalten ist, und beim Liegen an der Luft allmälig entweicht; das phosphorsaure Natron verliert daher seine Krystallgestalt und seine Durchsichtigkeit, indem diese Veränderung langsam von außen nach innen fortschreitet. Um eine solche übrigens unbedeutende Veränderung zu vermeiden, hast du nur die Krystalle möglichst schnell abzutrocknen und dann sehr rasch in ein wohlzuverkorkendes Fläschchen zu bringen.

Nach diesen Erläuterungen gehe ich zu einigen nunmehr vorzunehmenden Arbeiten über. Du wirst zu den nächsten derselben einige kleine Gläser zu verschiedenen Proben nöthig haben; du kannst gewiß einige kleine Branntweingläschen bekommen; sie sind zu dem betreffenden Zwecke ganz vorzüglich. Auch wird dir eine größere Menge destillirtes oder Regenwasser unentbehrlich sein; in Ermangelung des letzteren mußt du dir ersteres vom Apotheker zu verschaffen suchen; endlich hast du folgende Materialien nöthig:

7 Loth Bleizucker und
4 „ schwefelsaures Kali.

XXXV. Löse den Bleizucker, dessen du dich aus dem Brief 9 Präp. Nr. XV u. XVI erinnern wirst, unter Zusatz von einigen Tropfen Essigsäure in Regenwasser auf, filtrire diese Lösung, ebenso wie die von 3½ Loth schwefelsaurem Kali (gleichfalls in Regenwasser), gieße einen kleinen Theil, etwa ¼ von jeder Lösung, in besondere Gläser und stelle diese vorläufig zurück. Das Uebrige wird nun in einem großen Cylinderglase vermischt, wobei ein sehr starker weißer Niederschlag entsteht. Es zersetzen sich nämlich das schwefelsaure Kali und das essigsaure Bleioxyd (der Bleizucker) gegenseitig so, daß sie ihre Bestandtheile austauschen und essigsaures Kali und schwefelsaures Bleioxyd entstehen; letzteres fällt als unlöslich aus, ersteres bleibt in Lösung. Zu dieser Zersetzung sind genau 162,7 Gewichtstheile essigsaures Bleioxyd und 87,2 Gewichtstheile schwefelsaures Kali erforderlich, bei welcher Angabe ich weder auf den Gehalt an Krystallwasser der angewandten, noch auf den der erhaltenen Substanzen Rücksicht nehme. Es besteht das essigsaure Bleioxyd genau aus 111,7 Gewichtstheilen Bleioxyd und 51 Gewichtstheilen Essigsäure, das schwefelsaure Kali genau aus 47,2 Gewichtstheilen Kali und 40 Gewichtstheilen Schwefelsäure. Beim Zusammenbringen beider Substanzen in dem angegebenen Verhältnisse verbinden sich dann ebenfalls genau die 47,2 Gewichtstheile Kali mit den 51

Gewichtstheilen Essigsäure zu 98,2 Gewichtstheilen essigsaurem Kali, und die 40 Gewichtstheile Schwefelsäure mit den 111,7 Gewichtstheilen Bleioxyd zu 151,7 Gewichtstheilen schwefelsaurem Bleioxyd, nach dem Schema:



So viel von beiden Substanzen zu nehmen, daß diese Gewichtsmengen ganz genau getroffen werden, ist allerdings möglich, und es wird alsdann auch genau das erhalten, was obiges Schema angiebt, so daß nichts von den ursprünglichen Stoffen mehr übrig bleibt. Aber diese müssen dazu völlig rein und aller fremden Beimischungen bar sein; das ist aber in der Regel nicht der Fall, und deshalb ließ ich auch in meiner Vorschrift die genaue Angabe der erforderlichen Mengen weg. Hast du nun das Verhältniß so getroffen, daß du z. B. auf die oben angenommene Menge von 87,2 Theilen schwefelsaurem Kali mehr als die dazu gehörige Menge von 162,7 Theilen Bleizucker gebraucht hast, so ist es ganz klar, daß dieses Mehr keine zersetzbare Quantität des gänzlich verbrauchten schwefelsauren Kalis mehr findet, und es wird also dieses Mehr sich noch in der Lösung neben dem gebildeten schwefelsauren Bleioxyd und essigsauren Kali vorfinden müssen. In diesem Falle würde man zwar das Erstere als unlöslich leicht abscheiden können, das Letztere aber würde von dem schwefelsauren Kali nicht wohl getrennt werden können. Da es aber jetzt gerade Absicht ist, das essigsaure Kali völlig rein zu erhalten, so muß ein solcher Ueberschuß von schwefelsaurem Kali vermieden werden, und gleich sollst du erfahren, wie dies möglich ist. Nehmen wir auf der anderen Seite an, du hättest das Verhältniß umgekehrt unrichtig getroffen, d. h. auf 162,7 Gewichtstheile essigsaures Bleioxyd nicht ganz 87,2 Gewichtstheile schwefelsaures Kali

genommen, ſo wird hiervon auch nicht genug vorhanden ſein, um alles eſſigſaure Bleioxyd als ſolches völlig verſchwinden zu machen; es muß demnach hiervon ein Theil übrig bleiben und in der ſpäteren Löſung wiederzufinden ſein, und zwar wird dies genau ſo viel betragen, wie mehr eſſigſaures Bleioxyd vorhanden war, als zur Zerſetzung der vorhandenen Menge ſchwefelſauren Kalis erforderlich iſt — nämlich auf 87,2 Gewichtstheile dieſes letzteren 162,7 Gewichtstheile des erſteren. So z. B., wenn du nur 80 Gewichtstheile ſchwefelſaures Kali angewendet hätteſt, ſo würde dazu eine dieſem Verhältniß entſprechende Menge Bleizucker nöthig geweſen ſein und das Mehr nicht zerſetzt werden können.

Es bleibt alſo nichts anderes übrig, als durch Verſuche zu ermitteln, ob einer dieſer beiden Beſtandtheile überſchüſſig angewandt worden iſt, und dies geſchieht in folgender Weiſe: Wenn in einer Flüſſigkeit ſchwefelſaures Kali enthalten iſt, ſo muß ein Tropfen Bleizuckerlöſung darin einen Niederſchlag hervorbringen, indem ſich dieſer mit der ſeiner Menge entſprechenden Quantität ſchwefelſauren Kalis unter Bildung von ſchwefelſaurem Bleioxyd zerſetzt. Filtriren wir alſo einen Theil der Flüſſigkeit von dem vorhin erhaltenen Hauptniederſchlag ab und ſetzen wir zu einigen Tropfen derſelben etwas Bleizucker, ſo werden wir daran, ob wir einen Niederſchlag erhalten oder nicht, erkennen können, ob dieſe Flüſſigkeit ſchwefelſaures Kali enthält, oder nicht. Iſt jenes der Fall, ſo müſſen wir, um das Verhältniß auszugleichen, zu unſerer Miſchung noch etwas eſſigſaures Bleioxyd zuſetzen. Umgekehrt wird ein etwaiger Ueberſchuß von eſſigſaurem Bleioxyd in der zu dieſem Zwecke abfiltrirten Löſung durch ein Paar Tropfen gelöſten ſchwefelſauren Kalis nachgewieſen werden. Das praktiſche Verfahren iſt demnach folgendes:

Filtrire, nachdem du die Hauptmengen beider Subſtanzen, wie oben geſagt, vermiſcht und wohl durcheinander gerührt haſt, je ein kleines Pröbchen davon in zwei kleine Branntweingläschen. Verdünne nun die beiden zurückgeſtellten Löſungen der urſprünglichen Materialien mit etwa der vierfachen Menge Waſſer und gieße ein Paar Tropfen von der einen in das eine, von der anderen in das andere Probegläschen. Im Falle zufällig in keinem von beiden ein Niederſchlag hervorgebracht würde, wäre das Verhältniß urſprünglich richtig getroffen worden. Im Allgemeinen wird dies aber nicht der Fall ſein. Bringt z. B. das ſchwefelſaure Kali einen Niederſchlag hervor, ſo iſt eſſigſaures Bleioxyd zu viel vorhanden, und du mußt alſo, um daſſelbe zu zerſetzen, noch ſchwefelſaures Kali zuſetzen. Damit dies nicht leicht zu reichlich geſchieht, habe ich dich deſſen Löſung verdünnen laſſen und du haſt dich ungefähr nach der Größe des vorhin erhaltenen Niederſchlages zu richten, ob du noch viel oder wenig zuſetzen mußt. Das Umgekehrte iſt natürlich der Fall, wenn

das eſſigſaure Bleioxyd einen Niederſchlag hervorgebracht hätte; dann iſt von dieſem noch zuzuſetzen. Nun werden durch ein friſches Filter in zwei friſche Probegläschen wieder ein Paar Tropfen filtrirt, die Probe wiederholt und danach ein neuer Zuſatz der einen oder der anderen Flüſſigkeit bewirkt. Wenn der erhaltene Niederſchlag unbedeutender wird (er wird endlich zur bloßen Trübung), ſo muß die zuzuſetzende Flüſſigkeit mehr und mehr verdünnt werden, damit der Zuſatz einer kleineren Menge möglich werde.

Mit der äußerſten Geduld wirſt du dieſes Verfahren fortſetzen, bis die eine der beiden Subſtanzen auch nicht eine Trübung in einer filtrirten Probe hervorbringt, wobei du dich aber wohl hüten mußt, nicht aus Verſehen die beiden Flüſſigkeiten in dieſelbe Probe zu gießen, denn dann würde ja jedenfalls ein Niederſchlag entſtehen müſſen.

Schließlich wird nun, wenn in der Flüſſigkeit ſich keine der angewandten Subſtanzen mehr zeigt, das Ganze (in ſo weit es von den Proben übrig geblieben iſt) filtrirt und der Niederſchlag etwas ausgewaſchen. Die erhaltene Löſung iſt alsdann reines eſſigſaures Kali, der nach Umwechſelung des untergeſtellten Glaſes völlig ausgewaſchene Niederſchlag reines ſchwefelſaures Bleioxyd.

Da das eſſigſaure Kali nur ſchwierig kryſtalliſirt, ſo wirſt du es vorläufig als Löſung aufbewahren. Für dieſes Mal habe ich dir Arbeit genug gegeben, und ich verſpare daher das Weitere zum nächſten Briefe. Bis dahin wirſt du zu beſchaffen haben:

1 Flaſche mit eingeriebenem Stöpſel und ½ Pfund Salzſäure.

16. Brief.

Darſtellung von Chlorbaryum und von kohlenſaurem Baryt aus dem Schwefelbaryum des vorigen Verſuches. Andeutung der Beziehung zwiſchen einfachen Körpern und ihren Sauerſtoffverbindungen. Gewichtsmengen, nach welchen die Umſetzung von Chlorbaryum und kohlenſaurem Natron ſtattfindet. Darſtellung einer Reihe von Eiſenpräparaten: Eiſenvitriol; ſchwefelſaures Eiſenoxyd; Eiſenoxyd.

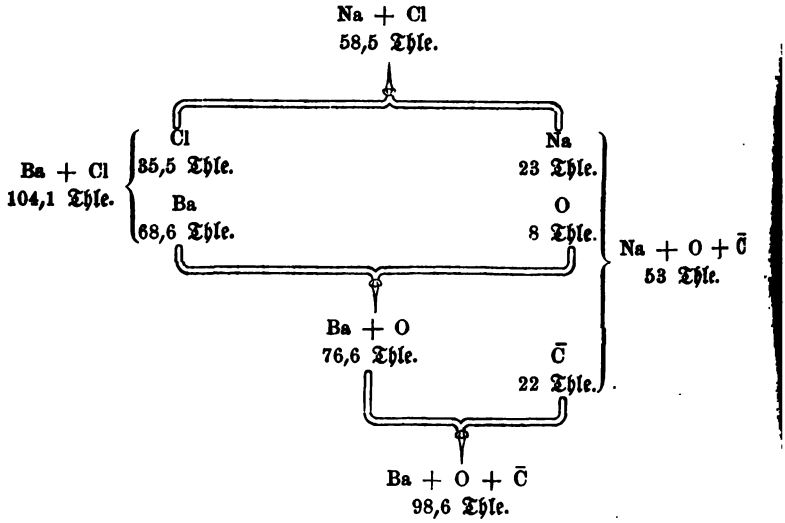
XXXVI. Von der noch übrigen Maſſe des bei Nr. XIII dargeſtellten Schwefelbaryums vertheile etwa zwei Drittel in viel Waſſer, und gieße in einer Schale etwas Salzſäure darauf: es wird ſich augenblicklich eine große Menge eines ſehr unangenehm riechenden und höchſt giftigen Gaſes entwickeln, weshalb du wohl daran thun wirſt, dieſe Arbeit im offenen Fenſter oder gar im Freien vorzunehmen. Dieſes Gas heißt Schwefelwaſſerſtoff; wie es hierbei entſteht, und welches ſeine Zuſammenſetzung und ſeine Eigenſchaften ſind, wirſt du ſpäter erfahren. Für heute genüge es dir zu wiſſen, daß, wenn ſich bei Zuſatz von etwas neuer Salzſäure und Umrühren nichts von dieſem Gaſe mehr entwickelt, die Löſung kein Schwefelbaryum mehr enthält, ſondern in eine ſolche von Chlorbaryum verwandelt worden iſt, einer Subſtanz, welche dir noch von Nr. X her bekannt ſein wird. Erhitze Alles zur völligen Austreibung alles noch übrigen Schwefelwaſſerſtoffs, und filtrire alsdann die Subſtanz. Wir können nun mit derſelben verfahren wie bei Nr. X mit dem damals fertig gekauften Chlorbaryum, deſſen Darſtellung aus dem Schwerſpath du nunmehr kennen gelernt haſt. Wir wollen aber nicht genau daſſelbe vornehmen, wie damals, ſondern dieſes Mal die Löſung mit Soda ausfällen. Da die Soda kohlenſaures Natron iſt, ſo erhalten wir als Niederſchlag in Folge einer der früheren ganz ähnlichen Zerſetzung kohlenſauren Baryt. Du wirſt aber jetzt den ſtattfindenden Prozeß beſſer verſtehen, als damals, und ich will ihn dir daher nochmals in ſtreng richtiger Weiſe erklären, ohne den Subſtanzen eine Zuſammenſetzung beizulegen, die zwar als richtig gedacht werden kann, aber doch nicht ſtreng genommen wirklich ſo iſt.

Zwischen Baryt und Baryum wirst du wohl schon eine Beziehung bemerkt haben, und ich kann diese daher kurz dahin erklären, daß Baryt aus Baryum und Sauerstoff besteht. Du kannst nun schon, wenn du dieses Beispiel und einige andere zusammenstellst, den Schluß ziehen, daß Körper, deren Benennung auf **um** endigt, in manchen Verbindungen mit Sauerstoff verbunden, vorkommen. Verläßt demnach das Baryum das Chlor, womit es verbunden war, und eignet es sich Sauerstoff an, so fehlt nur noch die Kohlensäure, damit kohlensaurer Baryt entstehe. In ähnlicher Weise besteht auch das Natron aus Natrium und Sauerstoff; sein Name müßte also eigentlich Sauerstoff-Natrium, oder Natriumoxyd sein, und es wird also die Soda von Natrium, Sauerstoff und Kohlensäure zusammengesetzt.

Die ganze Umsetzung des kohlensauren Natrons und des Chlorbaryums besteht mithin darin, daß das Natrium und das Baryum ihre Plätze wechseln, das Natrium sich an der Stelle des Baryums mit dem Chlor verbindet und das Baryum mit Sauerstoff und Kohlensäure sich vereinigt, etwa nach folgendem Schema:

Auch hier findet in Bezug auf die Bestimmtheit der Mengen, welche sich gegenseitig zersetzen, etwas Aehnliches statt, wie in dem oben angeführten Beispiele. Es bestehen nämlich 104,1 Gewichtstheile Chlorbaryum aus 78,6 Gewichtstheilen Baryum und 35,5 Gewichtstheilen Chlor; ebenso die 53 Gewichtstheile kohlensaures Natron aus 22 Gewichtstheilen Kohlensäure, 8 Gewichtstheilen Sauerstoff und 23 Gewichtstheilen Natrium. Du wirst schon voraussehen, daß zur gänzlichen Umsetzung beider Substanzen 104,1 Gewichtstheile Chlorbaryum und 53 Gewichtstheile kohlensaures Natron erforderlich sind, daß dabei die 68,6 Gewichtstheile Baryum durch die 23 Gewichtstheile Natrium vertreten werden, und daß demnach eine Verbindung von den 35,5 Gewichtstheilen Chlor mit den 23 Gewichtstheilen Natrium — also 58,5 Gewichtstheile Chlornatrium — entsteht. An die Stelle der ausgetretenen 23 Gewichtstheile Natrium treten die 68,6 Gewichtstheile Baryum und verbinden sich mit den 8 Ge-

wichtstheilen Sauerſtoff und 22 Gewichtstheilen Kohlenſäure zu 98,6 Gewichtstheilen kohlenſaurem Baryt; bezeichnen wir alſo z. B. die genannten Gewichtsmengen Baryum mit Ba, Natrium mit Na, Chlor mit Cl, Sauerſtoff mit O und Kohlenſäure mit $\bar{C}$, ſo erhalten wir das Schema:



Wägt man genau die angegebenen Gewichtsmengen der beiden Subſtanzen ab, ſo erhält man auch genau einen Niederſchlag von der angegebenen Menge und es bleibt die entſprechende Menge Chlornatrium in Löſung. Dieſes Chlornatrium iſt das gewöhnliche Kochſalz; es entſteht bei dieſer Darſtellung des kohlenſauren Baryts als Nebenprodukt und du kannſt dich davon leicht dadurch überzeugen, daß du die abfiltrirte Löſung abdampfeſt, wobei du dieſelben Würfel erſcheinen ſehen wirſt, die du von Präp. Nr. I her kennſt. Ich mache dich jedoch darauf aufmerkſam, daß das Kochſalz nur dann rein iſt, wenn die obigen Verhältniſſe genau getroffen werden. Zweckmäßig iſt es aber, einen Ueberſchuß von Soda anzuwenden, damit der koſtbarere Baryt ſicher vollſtändig erhalten wird. Alsdann iſt ein wiederholtes Umkryſtalliſiren durch Verdunſtung erforderlich, wenn man das Kochſalz rein haben will.

Der kohlenſaure Baryt wird nun auf dem Filtrum öfters ausgewaſchen und dann mit demſelben getrocknet.

Theile ihn nach dem Trocknen in zwei Hälften und ſtelle aus der einen ſalpeterſauren, aus der andern eſſigſauren Baryt dar. Ich brauche dir nicht zu ſagen, wie: du wirſt es ſchon ſelbſt wiſſen.

XXXVII. Den Schluß dieſer ganzen Reihe von Präparaten mögen einige Eiſenverbindungen bilden, die du indeß, wenn du dich hinreichend in allen Manipulationen geübt glaubſt, auch allenfalls weglaſſen kannſt;

freilich mußt du dich dann bis zu meinem nächsten Briefe gedulden, ehe du deine Arbeiten fortsetzen kannst.

Du kannst dir leicht etwas (einige Loth) Abfälle von Schmiedeeisen von einem Schlosser verschaffen; Eisenfeile statt derselben zu nehmen rathe ich dir jedoch nicht, da die Einwirkung der Säuren darauf allzu heftig sein würde.

Einige Loth dieses Eisens übergieße in einer Schale mit Salpetersäure und erwärme es bei geöffnetem Fenster: es werden sich eine große Menge rother Dämpfe entwickeln, die einen sehr unangenehmen Geruch haben und der Gesundheit schädlich sind. Setze das Erwärmen und allmälige Zusetzen der Salpetersäure so lange fort, bis alles Eisen gelöst ist und füge dann zum Schluß noch etwas Salpetersäure hinzu. Hierauf wird das Ganze, wenn etwaige Trübung es nothwendig machen sollte, filtrirt (wozu aber vorher eine Verdünnung mit Wasser nöthig ist) und dann jedenfalls zur Trockene abgedampft, was du aber am besten im Freien über einem Holzkohlenfeuer thun wirst. Die eingetrocknete braune Masse muß nun endlich in einem Tiegel nicht zu stark geglüht werden. Du wirst dann ein schön rothes Pulver erhalten, das aus Eisenoxyd besteht. Dieses enthält, wie du schon am Namen erkennen wirst, Sauerstoff und Eisen. Der Sauerstoff hat das Eisen von der Salpetersäure erhalten, welche davon sehr viel enthält. Die so aus der Salpetersäure entstandene sauerstoffärmere Verbindung bildete jene rothen Dämpfe. Das gebildete Eisenoxyd aber wurde durch das Abdampfen und Glühen von Wasser und unzersetzter Salpetersäure befreit.

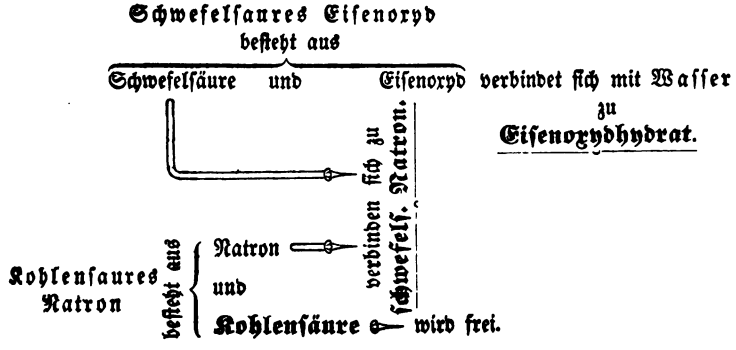
XXXVIII u. XXXIX. Den Rest des Eisens — doch nicht mehr als einige Loth — übergieße in einer Schale mit Wasser und setze dann Schwefelsäure hinzu. Du wirst ein heftiges Aufbrausen und einen höchst widerlichen erstickenden Geruch bemerken, weshalb auch diese Arbeit nur bei offenem Fenster oder im Freien vorgenommen werden darf. Das entweichende Gas ist Wasserstoffgas, verunreinigt durch andere, selbst von Verunreinigungen des Eisens herstammende Gase. Gebildet wird Eisenvitriol. Die Einwirkung der Schwefelsäure muß durch Erwärmen, namentlich zu Ende der Operation unterstützt werden. Wenn du ungefähr 1½mal so viel Schwefelsäure zugesetzt hast, wie das Gewicht des Eisens beträgt, so wird nach hinreichendem Erhitzen wenig Eisen mehr übrig sein. Filtrire die Flüssigkeit dann schnell unter Benutzung eines erwärmten Trichters mit eingelegten Glasstäben, und lasse sie ruhig krystallisiren; nach einigen Stunden wirst du in der hellblauen Flüssigkeit sehr schön blaue Krystalle von Eisenvitriol finden, die nach Entfernung der Mutterlauge erst mit Wasser, dann mit etwas Weingeist abzuspülen und endlich mit Ziegelsteinen stark zu pressen sind. Die Flasche, worin du sie aufbewahrst, ist wohl zu verkorken und mit einem Stückchen feuchter Blase

zuzubinden. Indeſſen iſt die Darſtellung dieſes Präparates nur Nel ſache, und es kommt viel mehr darauf an, viel Mutterlauge, als k Kryſtalle zu erhalten. Die Mutterlauge wird mit etwas Schw fäure verſetzt, die ungefähr halb ſo viel betragen ſoll, als ſchon k verwandt worden iſt. Haſt du demnach die zur Darſtellung des Ei vitriols verwandte Schwefelſäure abgewogen, ſo nimmſt du jetzt Hälfte dieſer Menge, weniger eine ſolche Quantität, wie für die a ſchiedenen Kryſtalle ungefähr abgezogen werden muß. Ferner haſt der Löſung des Eiſenvitriols auch etwas Salpeterſäure zuzuſetzen endlich das Ganze zu erhitzen. Gleich bei Zuſatz der Salpeterſ wirſt du eine bedeutende Farbenveränderung wahrnehmen, und endlich Flüſſigkeit tief dunkelbraun oder ſchwarz werden ſehen. Wenn k Farbe durch Erhitzen nicht heller wird, ſo muß noch etwas Salpeterſ zugeſetzt werden, bis die Flüſſigkeit unter dem vereinigten Einfluß Hitze und der Salpeterſäure dunkelroth und klar geworden iſt.

Die Löſung enthält nun ſchwefelſaures Eiſenoxyd; ſie uns zu einer anderen Darſtellung des Eiſenoxyds dienen.

Wenn man mit dem ſchwefelſauren Eiſenoxyd Natron oder zuſammenbringt, ſo wird wegen der größeren Neigung dieſer Körper, mit der Schwefelſäure zu verbinden, das Eiſenoxyd von dieſer verl und es entſteht ſchwefelſaures Natron oder Kali, während das Ei oxyd — mit Waſſer verbunden — als unlöslich ausgefällt wird. S reines Kali oder Natron kann man auch die Verbindungen dieſer Kö mit Kohlenſäure anwenden; denn da das Eiſenoxyd ſich mit der Koh ſäure nie verbindet, ſo entſteht doch immer Eiſenoxyd (mit Waſſer bunden) und die Kohlenſäure wird frei.

XL. Wenn du demnach in die (vorher zu verdünnende) löſung von ſchwefelſaurem Eiſenoxyd eine Auflöſung von kohlenſa Natron gießeſt, ſo wirſt du ein ſtarkes Aufbrauſen und die Entſte eines ſchön braunen Niederſchlages bemerken; den dabei ſtattfinde Prozeß wird dir beifolgendes Schema veranſchaulichen:



Du haſt ſo viel Soda zuzuſetzen, bis in der klaren über dem abgeſetzten Niederſchlag ſtehenden Flüſſigkeit ein weiterer Zuſatz keine Trübung mehr bewirkt; dann iſt das Eiſenoxydhydrat abzufiltriren und wiederholt (mindeſtens 10mal) mit heißem Waſſer auszuwaſchen und zu trocknen. Die von dem Papier losgelöſte trockene Maſſe iſt endlich zu pulvern und im Tiegel zu glühen. Es entweicht das Waſſer und das reine Eiſenoxyd bleibt zurück.

In der Mutterlauge kannſt du — wenn du willſt — das überſchüſſig zugeſetzte kohlenſaure Natron mittelſt etwas Schwefelſäure ebenfalls in ſchwefelſaures umwandeln, und dann dieſe Subſtanz durch Abdampfen und Kryſtalliſirenlaſſen erhalten.

Um dieſes lange Schreiben endlich zu beſchließen, rathe ich dir nur noch, alle diejenigen Präparate, welche du noch unter Händen haſt, möglichſt zu Ende zu führen, damit dieſer erſte Abſchnitt deiner chemiſchen Arbeiten abgeſchloſſen werde, ehe du den neuen beginnſt, zu dem die Vorbereitungen den Gegenſtand meines nächſten Briefes bilden ſollen. Selbſtverſtändlich meine ich damit nicht etwa, daß du auch die allerletzten Kryſtalliſationen u. ſ. w. abwarten ſollſt, ehe du weiter fortfährſt, aber es ſollen doch keine Hauptarbeiten mehr zurück ſein, wenn eine ganz andere Art von Operationen begonnen werden wird.

17. Brief.

Anſchaffung von verſchiedenen Gegenſtänden: Glasröhren, Feilen, Spirituslampe. Gute und ſchlechte Korke von verſchiedener Größe und Art. Kolben. Wulff'ſche Flaſchen. Gasentbindungsflaſchen. Röhren von Guttapercha und Kautſchuk. Gummiplatte.

Wir kommen nun an eine Reihe der für den experimentirenden Chemiker wichtigſten Operationen, die Bearbeitung von Korken und Glasröhren. Die Sicherheit und Genauigkeit einer großen Anzahl Experimente hängt von der richtigen Ausführung aller hierher gehörigen Operationen ab, und du wirſt dich aus dieſem Grunde längere Zeit ausſchließlich damit zu beſchäftigen haben, um die erforderliche Uebung und Gewandtheit zu erwerben.

Fig. 59.

Du bedarfſt vor Allem etwa ein halbes Dutzend langer Glasröhren von verſchiedenen Weiten, etwa wie ſie beiſtehende Figuren zeigen. Ich mache dich ganz beſonders darauf aufmerkſam, daß du bei der Auswahl derſelben nicht weſentlich von dem Verhältniß zwiſchen dem äußeren und inneren Durchmeſſer abweichen darfſt; denn es kommt bei der Bearbeitung dieſer Röhren ſehr viel darauf an, daß die Wandſtärke im Verhältniß zur ganzen Dicke nicht zu gering ſei. Du wirſt ohne Zweifel ſolche Glasröhren bei einem Barometermacher, oder bei einem Optikus haben können, ſonſt müßteſt du ſie aus derſelben Quelle beziehen, woher du deine übrigen Glasgeräthe erhalten haſt. Ferner mußt du auch noch ein Paar weitere Glasröhren haben, als die gezeichneten; es kommt dabei nicht beſonders auf beſtimmte Durchmeſſer an, aber beſtelle ſie alle „mit verhältnißmäßig ſtarken Wänden und von leichtflüſſigem Glaſe“; du wirſt ſie indeß nicht weiter als höchſtens $\frac{1}{2}''$ brauchen. Dieſe Glasröhren werden in der Regel in Stücken von 5′ Länge verkauft, und du haſt, wenn du ſie ſelbſt ausſucheſt, auch darauf zu achten, daß ſie völlig rund und an allen Stellen von gleicher Dicke ſind.

Fig. 60.

Fig. 61.

Fig. 62.

Fig. 63.

Um dieſe Röhren in Stücke von beliebiger Länge zu zerſchneiden, bedarfſt du einer dreikantigen Feile (Fig. 60), die vom beſten Stahl ſein muß, und welche du in jeder Eiſenhandlung vorräthig findeſt. Du magſt dir dann zu gleicher Zeit noch eine Anzahl Feilen anſchaffen, die zu verſchiedenen Zwecken gebraucht werden, und zwar: eine flache, recht grob gehauene Feile (Raspel) (Fig. 61), Länge etwa 1′; eine flache fein gehauene Feile (Fig. 62) von derſelben Länge; eine Reihe runder Feilen, ſogenannte Rattenſchwänze (Fig. 63) von der feinſten Sorte, bis zu einem Durchmeſſer von $\frac{1}{2}$″, und zwar etwa 4 bis 6 Stück. Wenn du ſie alle gekauft haſt, ſo laſſe dir Griffe daran machen und beſchaffe dir einſtweilen eine oder zwei kleine gläſerne Spirituslampen (Fig. 64). Da man dieſe jetzt ſehr leicht und wohlfeil in Glashandlungen erhalten kann, ſo glaube ich nicht, daß es nöthig ſein wird, dir eine Anleitung zu ihrer Verfertigung zu geben. Sie werden mit Docht oder etwas gezupfter Baumwolle und mit Spiritus verſehen und zum Gebrauche bereit geſtellt.

Fig. 64.

Die Feilen werden am beſten in einer beſonderen Schublade untergebracht, oder auch in ein flaches Käſtchen gelegt, welches auf dem Tiſche ſeinen Platz hat. Weil die Rattenſchwänze ſehr ſpröd ſind, und daher beſonders ihre Spitzen leicht abbrechen, ſo wirſt du wohl thun, jeden einzelnen durch die Flamme der Spirituslampe langſam ein Paar Mal hin und her zu ziehen, wodurch ſie bedeutend an Sprödigkeit verlieren; da ſie nur zum Feilen von Korken dienen, ſo bringt die gleichzeitige Verminderung der Härte keinerlei Nachtheil. Bei den andern Feilen wäre aber ein ſolches Verfahren nicht allein überflüſſig, ſondern auch nachtheilig. Ich bemerke aber gleich jetzt ſchon, daß wenn die dreikantigen Feilen (von denen nur die Kanten gebraucht werden) ſtumpf geworden ſind, man ſie wieder brauchbar machen kann, indem man eine der Flächen glatt ſchleifen läßt; es kommen dann zu beiden Seiten derſelben friſche Zähne zum Vorſchein, und ſo läßt ſich nach und nach faſt die ganze Feile aufbrauchen, wobei natürlich immer dieſelbe Fläche weiter abgeſchliffen werden muß.

Endlich bedarfſt du einer Anzahl Korke (einige Dutzend) vor ſchiedener Dicke und Größe. Die kleinſten — die ſogenannten Me korke — erhält man leicht in der erforderlichen Größe und Beſchaffe bei den größeren aber kann ich dir nicht Sorgfalt genug bei der Au anempfehlen. Ein guter, wirklich brauchbarer Kork darf keine beſitzen, und muß auch von allen dunklen Streifen möglichſt frei

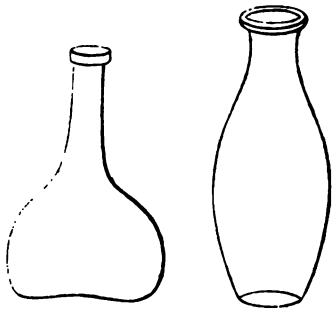
Fig. 65. Fig. 66.

Ich zeichne dir hier, ſo g gehen will, einen (Fig. 65) ſchl und einen (Fig. 66) guten ab. Es hält namentlich be Bouteillenkorken (die man läufig geſagt von zwei Fo gerade cylindriſche und etwa zulaufende, coniſche hat) oft ſchwer, ſelbſt unter einer ſehr großen M einige gute herauszufinden. Du wirſt daher am beſten thun, wenn einem Großhändler von Zeit zu Zeit einzelne gute Exemplare bei legen läßt, oder ſie dir aus einer größeren Menge ſelbſt aus Manchmal gelingt es, eine Gelegenheit zur Erlangung beſonders Korke zu finden; ſcheue keine Mühe und keine Koſten, dies zu erre denn nichts iſt bei der Zuſammenſetzung von größeren Apparaten genehmer, ja ſogar gefährlicher, als ſchlechte Pfropfen. Freilich kaum möglich, ganz vollkommene zu finden, außer etwa unter den k Medizinkorken, allein man hat oft ſchon viel Laſt, auch nur ei maßen brauchbare zu erlangen. Ganz beſonders zweckmäßig hal es gefunden, ſich die Pfropfen von Champagnerflaſchen zu verſch die man ſich in Gaſthöfen leicht ſammeln laſſen kann. Ich habe ſchon einmal gebrauchten ſelbſt beſſer gefunden, als die neuen, ich mir direkt aus der Champagne habe kommen laſſen. Freilic dieſe nicht gerade ſo zu gebrauchen, wie ſie an die Flaſche kommen müſſen vorher einige Minuten in Waſſer eingeweicht und dann g werden. Dabei quellen ſie ſtark auf, nehmen eine regelmäßige an und werden ſehr elaſtiſch; man muß ſie dann aber auch glei nutzen, oder unmittelbar vor dem Gebrauche nochmals in heißes W legen. Man kann unter 4 Pfropfen ſtets auf mindeſtens einen v lichen und einen zweiten ziemlich guten rechnen.

Man bedarf indeſſen auch noch größerer Korke: unter dem N „Spunde" bekommt man ſie in Materialhandlungen von verſchie Durchmeſſer, obwohl ſelten von ſehr guter Beſchaffenheit; jedenfall du für etwa ein Dutzend zu ſorgen, deren kleinſter ſo dick ſein muß der größte der anderen Korke.

An Glasgefäßen beſorge dir ſchon jetzt, wenn du ſie auch nicht unmittelbar nöthig haſt, verſchiedene Kolben ohne Tubus (ſ. Fig

Fig. 67. 68.

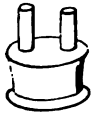


wenn du die früher angeſchafften zerbrochen haſt, und ſiehe beſonders darauf, daß ſie an der Mündung ſtark im Glaſe oder gar mit einem Wulſte umgeben ſind. Ebenſo 2 bis 3 Stehkolben (Fig. 67) zum Preiſe von 22 Sgr. für einen Inhalt von 8 bis 30 Unzen; dieſelben ſind recht zweckmäßig, obwohl auch entbehrlich; ferner einige Flaſchen mit weitem Halſe, ſogenannte Gasentbindungsflaſchen (Fig. 68), von einem Inhalte von ½ bis 1 Quart, und haſt du Gelegenheit, ſie billig zu erhalten, oder willſt du jedenfalls das Geld daran wenden, auch einige ſogenannte Wulff'ſche Flaſchen, d. h. cylindriſche Glasgefäße mit

Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71.

zwei Oeffnungen (Fig. 69 bis 71), und zwar ebenfalls etwa 4 Stück von ½ bis 1 Quart Inhalt. Der Preis derſelben iſt je nach den Bezugsorten ſehr verſchieden, und ich kann ihn dir deshalb nicht einmal annähernd angeben. Jedenfalls bemerke ich aber, daß ſie nicht durchaus unentbehrlich ſein werden, ſondern nur eine große Erleichterung bei der Arbeit gewähren. Dieſe Wulff'ſchen Flaſchen, ſo wie auch in vielen Fällen die Korke, werden entbehrlich durch eine Einrichtung, welche in neueſter Zeit in Laboratorien vielfach Eingang gefunden hat; es ſind dies die Flaſchenaufſätze von geſchwefeltem Kautſchuk

Fig. 72.



mit ein und zwei Röhrenanſätzen (Fig. 72). Du würdeſt deren mehrere nöthig haben, nämlich von verſchiedenen Größen, die du zu dem durchſchnittlichen Preiſe von etwa 6 Sgr. pr. Stück in einer Gummi- und Guttaperchawaarenhandlung (auch direkt von Wallach in Kaſſel) beziehen kannſt. Demnach kannſt du die Anzahl davon, welche du beſtellen willſt, beſtimmen, und nur angeben, daß du ſie von diverſen Größen verlangſt.

Ihren Gebrauch wirſt du nach und nach ſchon kennen lernen. Sie ſind aber, wie ſchon geſagt, entbehrlich, und können durch Korke und Wulff'ſche Flaſchen, ja auch durch jene allein erſetzt werden, wiewohl damit eine entſprechend größere Mühe und Schwierigkeit verbunden iſt.

Außer den Glasröhren kommen in den chemiſchen Apparaten auch noch bewegliche Röhren vor. Seit den letzten Jahren kommen dieſelben aus geſchwefeltem Kautſchuk *verfertigt im* Handel vor; wenn du die

Ausgabe nicht ſcheueſt, ſo rathe ich dir zu etwa drei Arten, etwa
2, 2½ und 3½‴ äußerem Durchmeſſer. Beſitzeſt du von jeder Art e
Röhre von etwa 2′, ſo reichſt du damit ſchon ſehr lange aus; die
ſchaffung der Röhren (gleichzeitig mit den Flaſchenaufſätzen zu bewirk
würde dann etwa 12 bis 15 Sgr. koſten. Wenn du dies umgehen wi
ſo beſorge jedenfalls ein Stück Gummiplatte (nicht geſchwefelt) von e
1 Quadratfuß und der Dicke von dünnem Pappendeckel, wie ſie
Handel vorkommen und bei Materialiſten in der Regel zu haben ſi
Mit einem ſolchen Stücke wirſt du auf lange Zeit genug haben,
ich will dir nächſtens die Anleitung geben, um daraus Röhren da
ſtellen.

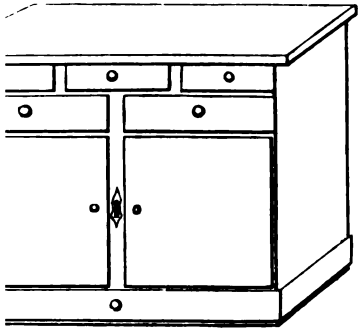
Haſt du nun dies Alles, oder doch das Nothwendigſte davon beſch
ſo ordne die einzelnen Gegenſtände in Gefächer, Schubladen oder kle
Käſtchen ein und beginne dann baldigſt die Uebung in den einfach
Arbeiten in Bezug auf Röhren und Korke, wovon in meinem näch
Briefe. Mittlerweile ſchließe deine etwa noch nicht ganz vollendet
früheren Arbeiten völlig ab und beſorge dir einige Stängelchen Spren
kohle, die du wohl in einer Apotheke wirſt erhalten können.

18. Brief.

n Betreff eines Arbeitstiſches. Abzug für ſchädliche Dünſte. Fenſtertiſch. Anfertigung von Sprengkohlen. Gaslampen. Retortenhalter.

e ich zum eigentlichen Gegenſtande meines Briefes übergehe, dir über die beiden Punkte Auskunft geben, wegen deren du ſo ntlich angefragt haſt.

Fig. 73.



Wenn du in deinem Zimmer keine Ordnung mehr halten kannſt, und die verſchiedenen Geräthe u. ſ. w. nicht mehr gehörig zu laſſen weißt, oder ihre Unterbringung in Fächern und auf Geſtellen dir nicht gefallen will, ſo wird nichts anderes übrig bleiben, als, wenn du die Koſten nicht zu ſcheuen brauchſt, einen chemiſchen Arbeitstiſch machen zu laſſen. Ich ſchicke dir die Anſicht eines ſolchen (Fig. 73), wie ich ihn ſeit Jahren rauche habe. Das Ganze kann aus Tannenholz gefertigt ſein, snahme der Platte, zu der am beſten Eichen- oder Buchenholz ıen wird. Die Höhe beträgt 2′ 10″, die Länge 3 bis 3½′, die 6 bis 20″; danach kannſt du die Eintheilung für die Schubladen rſehen. Der mit zwei Thüren zu öffnende Schrank enthält eine tale Theilung. Wenn du dieſen Tiſch an die Wand ſtellſt, ſo uf dem hinteren Theile deſſelben zweckmäßig ein Geſtell Platz, die Länge des Tiſches beſitzt und 4 bis 5 Gefächer von 5 bis 6″ nthält.

Die Beſtimmung der einzelnen Theile dieſes Arbeitstiſches iſt nun folgende: die untere breite Schublade dient zu Glasröhren und ſpäter zu verſchiedenen zuſammengeſetzten Theilen von Apparaten, ſo wie zu den hölzernen Reifen; ſie kann auch entbehrt werden, wo dann dieſe Gegenſtände an Nägel (Fig. 74), oder an ein Geſtell wie Fig. 75, welches an der Wand befeſtigt wird, aufgehängt werden. In dem Schranke befinden ſich wohlgeordnet Trichter, Cylindergläſer, Schalen, und im Hintergrunde leere Flaſchen; in der Schublade rechts Filtrirpapier, wovon zweckmäßig die Abſchnitzel in einer beſonderen Abtheilung aufbewahrt werden.

Fig. 74.

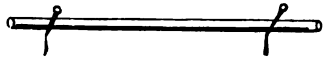
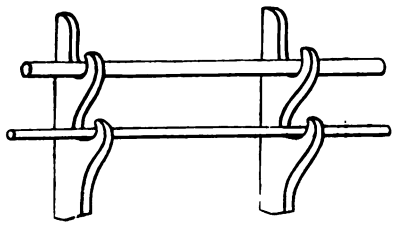


Fig. 75.



Auch die Schublade links wird mit niedrigen Zwiſchenwänden verſehen und darin in einer größeren Abtheilung kleinere Röhrenſtücke, in anderen Fächern Gummigegenſtände, Korke u. ſ. w. untergebracht. Die drei oberſten Schubladen dienen für die verſchiedenen Feilen, Glasſtäbe, Uhrgläſer, Hammer und Zange, Tiegelzange und alle anderen kleineren Gegenſtände, in einzelne Abtheilungen eingeordnet werden, welche durch Zwiſchenbrettchen von geringerer Höhe, als die Schubladen, zu bilden ſind. Wenn der Tiſch nicht an der Wand ſteht, ſo iſt es ſehr bequem, auch an der hinteren Seite Schrankthüren anzubringen. Der Waſchapparat, wenn du einen ſolchen nach Brief Nr. 2 eingerichtet haſt, findet am beſten an einer Seitenwand des Tiſches ſeinen Platz; natürlich iſt das Holz dahinter mit Wachstuch zu bekleiden.

Wenn du nun einen ſolchen Tiſch dir machen laſſen willſt — was ich dir aber nur auf deine ausdrückliche Anfrage rathe, indem er eigentlich überflüſſig und durch einen gewöhnlichen Tiſch erſetzbar iſt —, ſo wird es gut ſein, den Platz für denſelben in deinem Zimmer ein für alle Mal feſtzuſetzen. Wähle dazu die Stelle an dem Schornſtein, wenn anders dieſelbe die nöthige Helle darbietet, und zwar aus folgendem Grunde: Bisher haſt du es noch ſo wenig mit ſchädlichen Gasarten zu thun gehabt, daß du deren Einwirkung durch jeweiliges Oeffnen des Fenſters oder Arbeiten im Freien entgehen konnteſt. Von nun ab aber wird es häufiger vorkommen, daß der Geſundheit nachträgliche Luftarten ſich bei deinen Verſuchen entwickeln werden. Nun iſt es zwar in den meiſten Fällen möglich, dieſelben an ihrem Austreten in die Zimmerluft zu hindern, oder dieſe durch Lüften davon möglichſt frei zu halten, oder endlich den ganzen Verſuch im Freien anzuſtellen; auch werde ich dir

ſtets die Anleitung ſo geben, daß einer dieſer Wege dir offen ſtehen wird; wenn du aber bei deinen Arbeiten auch etwas auf Annehmlichkeit und Bequemlichkeit ſiehſt und einige Ausgaben dafür nicht zu ſcheuen brauchſt, ſo rathe ich dir ſehr, folgende Vorrichtung über deinem Arbeits- oder einem Seitentiſche conſtruiren zu laſſen; ſie wird zur Ableitung aller Gaſe, die ſchädlich wirklich könnten, dienen. In dem Schornſtein, welcher hierzu aber gut ziehen muß, oder auch in die Stubenofenröhre (oberhalb der Klappe) laſſe ein 4″ ſtarkes Rohr aus Eiſenblech in etwas ſchiefer Richtung einſetzen, daſſelbe mag je nach deiner Bequemlichkeit 1 bis 2′ von der Wand oder der Ofenröhre abſtehen; mittelſt eines ſtumpfwinkeligen Knie's geht es in ein vertikales Rohr über, welches ſeinerſeits ſich in einen vierſeitigen Trichter verlängert, der bei einer ſenkrechten Höhe von 1½′ eine Breite von etwa 1½′ an jeder Seite hat. Die beiſtehenden Figuren werden dir dies deutlich machen; bei a wird

Fig. 76.

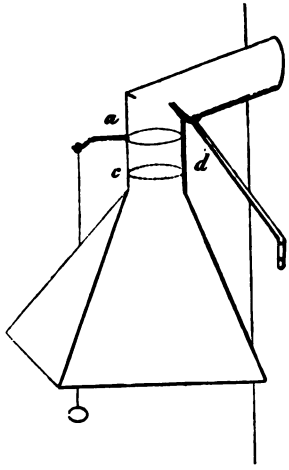
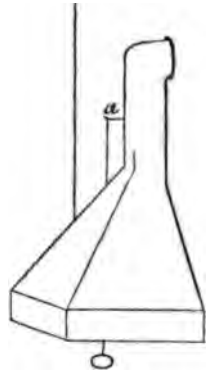


Fig. 77.



eine Klappe anzubringen ſein, die mittelſt eines Zuges aus Eiſendraht geſtellt werden kann. Die Höhe, bis zu welcher die ganze Vorrichtung über dem Tiſch herabhängt, muß ſo getroffen werden, daß ſie, ohne die Arbeit darunter zu beeinträchtigen, möglichſt tief herabreiche. Freilich iſt es bequemer, wenn man dieſen Rauchfangmantel auf und nieder bewegen kann, doch dürfte es noch weit weniger umſtändlich ſein, denſelben nicht über dem eigentlichen Arbeitstiſche, ſondern über einem kleinen Seitentiſche anbringen zu laſſen.

Sollteſt du vielleicht dieſe Einrichtung bei Anwendung von Eiſenblech etwas koſtſpielig finden und ſie dennoch ſehr wünſchen, ſo kannſt du ſie vom Schornſtein an bis zur Linie c d aus Blech, von da aus aber aus Pappendeckel, der mit ſchwarzem Glanzpapier überzogen iſt,

anfertigen lassen. Der Trichter aus Pappe, der genau in die Blechröhre passen muß, wird dann etwa mittelst einiger Stifte in dieselbe befestigt. Endlich kannst du dich auch mit noch weniger Umständen und fast ohne Kosten vor allen schädlichen Dünsten sichern: Lasse vor dem Fenster, welches deinem Arbeitstisch am nächsten steht, ein Brett anbringen, welches dessen Gesimse zu einem kleinen Tische macht. Dann lasse eine — wo möglich recht kleine — Scheibe auslösen und daraus ein bewegliches Fensterchen machen. Alle Operationen, die die Luft des Zimmers verderben würden, machst du dann da draußen, wobei sie durch das Fensterchen leicht überwacht und besorgt werden können. Größere Apparate, welche nur an ihrem Ende das schädliche Gas liefern, werden in's Zimmer gestellt und nur der letzte Theil kommt vor's Fenster, so daß die ganze Operation überwacht werden kann, ohne daß das Fenster geöffnet zu werden braucht. Für solche Fälle ist es sehr zweckdienlich, eine Scheibe ganz zu entfernen und durch Einsatzbrettchen mit verschieden gestalteten Einschnitten zum Durchlassen der Röhren zu ersetzen. (Mit diesen wenigen Worten soll eine solche Einrichtung indes nur angedeutet sein; die Ausführung im einzelnen muß ich deinem nunmehr hoffentlich schon etwas praktischer gewordenen Verstande überlassen.

XLI. Hiernach beeile ich mich, deine zweite Frage zu beantworten, indem ich dir, da du keine Sprengkohlen hast erhalten können, das Rezept dazu schicke.

Es werden folgende 3 Lösungen angefertigt:

1) ⅝ Loth arabisches Gummi in 1 Loth Wasser,
2) ½ „ Storax calamita in ½ Loth Alkohol,
3) ½ „ Benzoëharz in ½ Loth Alkohol.

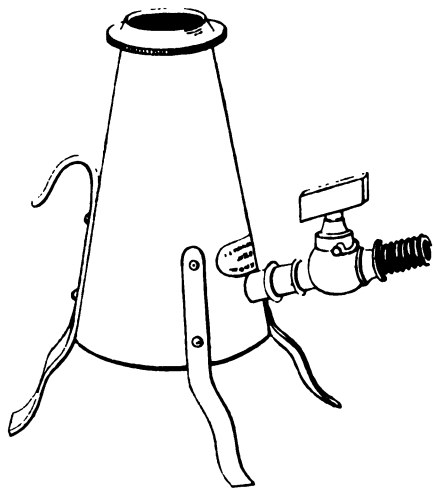
Ferner wird

4) ½ Loth Traganthgummi mit so viel kochendem Wasser angerührt, daß die erkaltete, gallertartig aufgequollene Masse etwa den Raum von 2 Loth Wasser einnimmt.

Die Lösung 1) wird nun mit der Masse 4, wohl zusammengerührt und dann 2) und 3) zugesetzt und sorgfältig vermischt. Dann werden Holzkohlen fein gepulvert und durch ein Flor gesiebt (du kannst solche gesiebte Holzkohlen in der Apotheke erhalten) und davon 1½ bis 2 Loth in das oben bezeichnete Gemisch unter fleißigem Durcharbeiten eingerührt. Das Ganze wird dann mit den Händen oder auch im Mörser längere Zeit geknetet oder gestoßen, bis ein Taig von hinlänglicher Consistenz erhalten wird, um daraus federkieldicke Stängelchen formen zu können, welche leicht durch Rollen zwischen zwei mit Kohlenpulver bestreuten Brettchen erzeugt werden. Diese sind nur noch langsam zu trocknen, um recht gute Sprengkohlen zu erhalten, die du bald brauchen lernen sollst.

Da nun doch einmal dieſer Brief ſchon ſo lang geworden, ohne daß ich in meinem Lehrtexte fortgefahren, ſo mag auch die Angabe einer höchſt bequemen Einrichtung hier noch zum Schluſſe Platz finden. Wenn in dem Hauſe, in welchem du wohnſt, ſich vielleicht eine Gasleitung befinden ſollte, ſo rathe ich dir ſehr, ſtatt aller anderen Lampen und Heizvorrichtungen, dir ein Paar Gaslampen auf deinem Tiſche anzubringen. Es iſt nichts leichter, als irgendwo in die Leitung ein Bleirohr einzuſetzen, welches auf dem kürzeſten Wege nach der Wand über deinem Tiſche zu leiten iſt, wo es in einem kurzen, horizontalen Meſſingrohre mit Hahn etwa 3″ über der Tiſchplatte münden ſoll. Die Lampen, in welchen das Gas verbrannt wird, ſind, wenn damit geheizt werden ſoll, etwas anders conſtruirt als die zur Beleuchtung dienenden. Du wirſt am beſten thun, zwei verſchiedene Arten anfertigen zu laſſen. Zur erſten gehört ein einfacher Lochbrenner von weiter Oeffnung. Man umgiebt denſelben mit einer coniſchen, auf drei Füßen ruhenden Blechhülſe (Fig. 78), welche in einer Höhe von 1″ über der Brenneröffnung mit einem Siebchen verſchloſſen iſt. Das Gas miſcht ſich dadurch unterhalb des Siebes mit ſo viel Luft, daß es beim Anzünden oberhalb des Siebes verbrennt, ohne an kalte Körper Ruß abzuſetzen. Ein Hahn außerhalb der Blechhülſe dient zur genauen Regulirung des Gasſtromes;

Fig. 78.



die andere Art Gaslampen unterſcheidet ſich von der eben beſchriebenen durch die Form des Brenners, und die dadurch bedingte Größe der Blechhülſe. Die Oeffnung und der Ring haben einen Durchmeſſer wie ſie Fig. 79 (ſ. die folgende Seite) in natürlicher Größe zeigt, und das Sieb iſt etwa ¼″ breiter. Die Hitze dieſer größeren Lampen wird bedeutend durch einen Schornſtein erhöht, welchen man ſo darauf ſetzt, daß ein möglichſt freier Luftſtrom unter demſelben hinein gelangen kann. Die Fig. 80 (ſ. die folgende Seite) zeigt dir eine ſolche Einrichtung verkleinert.

Dieſe Lampen werden mit der oben erwähnten Ausmündung der Gasleitung mittelſt eines Schlauches von vulkaniſirtem Kautſchuk verbunden, wodurch es geſtattet iſt, ſie auf dem Tiſche beliebig zu verſetzen.

Fig. 79.

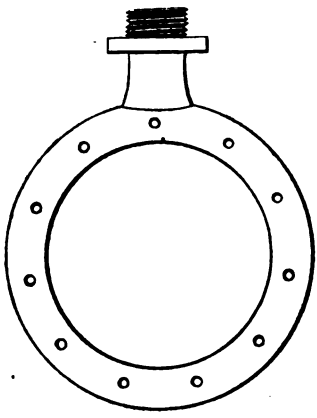
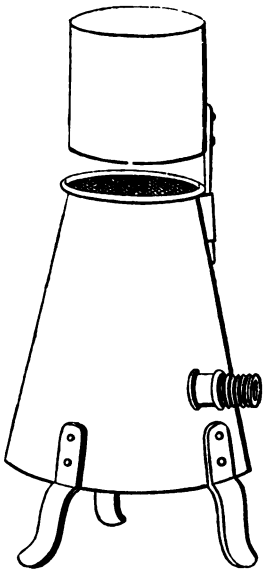


Fig. 80.



Sollteſt du nicht gerne jedesmal den Schlauch zugleich mit der Lampe wechſeln wollen, ſo kannſt du auch ſehr leicht beide Lampen gleichzeitig mit der einen Röhrenöffnung verbinden, indem du in folgender Weiſe eine gabelförmige Zwiſchenröhre einſchalteſt:

Schneide aus einem Stück Guttapercharohr, die man jetzt ſehr leicht erhalten kann, drei Stücke von beiſtehender Form (Fig. 81) und klebe ſie nach geringer Erwärmung der ſchrägen Schnittflächen in der Lampe durch ſchwaches Andrücken an einander, ſo daß die Form (Fig. 82)

Fig. 81.

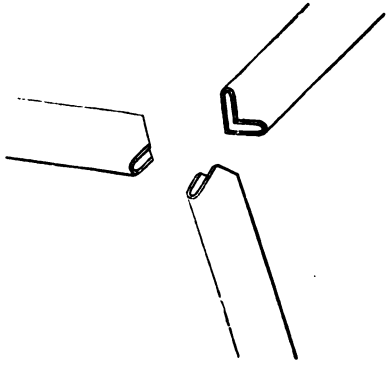
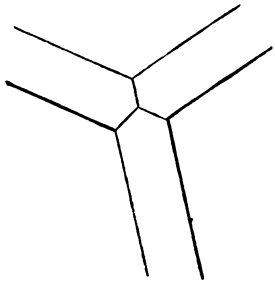
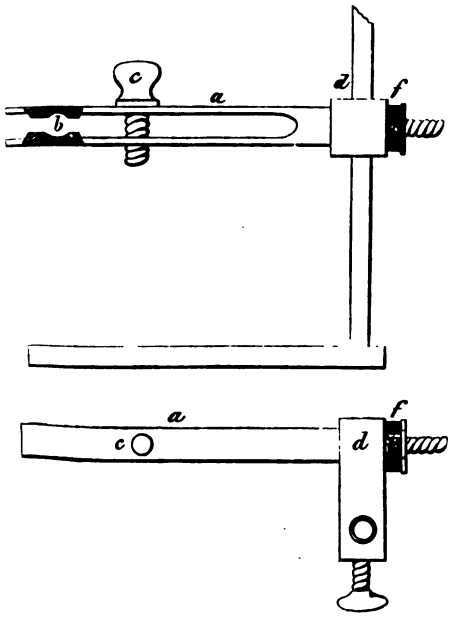


Fig. 82.



entſteht. Durch Ueberfahren der Fugen mit einem heißen Draht werden ſie leicht völlig gedichtet, und nach dem Erkalten iſt das Ganze recht feſt und dauerhaft. Wenn du nun einen Arm dieſer Gabel mit dem Röhrenanſatz und die andern beiden je mit einer Lampe durch einen Schlauch verbindeſt, ſo iſt die ganze Gasheizungseinrichtung fertig. Wenn du irgend Gelegenheit dazu haſt, ſo verſäume doch ja nicht, darauf Bedacht zu nehmen. Jede Spirituslampe wird dadurch erſetzt und eine ſehr große Bequemlichkeit erzielt.

Fig. 83.



Endlich muß ich hier noch eines Geräthes Erwähnung thun, welches zwar nicht durchaus unentbehrlich iſt, deſſen Anſchaffung ich dir aber der Bequemlichkeit ſeines Gebrauches wegen ſehr anrathe. Es fehlte mir bisher an einer paſſenden Gelegenheit, davon zu ſprechen, und doch kann ich es nicht länger verſchieben. Ich meine einen Retortenhalter (Fig. 83). Du kannſt die verſchiebbare und mittelſt der Schraube zu befeſtigende Vorrichtung auch an deinem Filtrirgeſtelle, wenn du ein ſolches haſt, anbringen, oder ſie auch vollſtändig neu anfertigen laſſen. Der Haupttheil des Apparates iſt eine 9 bis 12″ lange Klammer a aus Holz, mit zwei Korkſtückchen b eingelegt, die ſich durch die Schraube c erweitern und verengern läßt; um ihre Längsachſe iſt dieſe Klammer bei d in einem Ringe drehbar, in welchem ſie mittelſt einer Schraube ſteckt, auf die eine Schraubenmutter f paßt. Dieſe dient dazu, die Klammer in jeder Lage feſtzuhalten. Durch dieſe verſchiedenen Schrauben wird es möglich, einer mit ihrem Halſe eingeklammerten Retorte jede gewünſchte Richtung, Stellung und Neigung zu geben.

Handlungen chemiſcher Geräthſchaften verkaufen ſolche Retortenhalter für 20 bis 25 Sgr.

Bis zum Empfange meines nächſten Briefes wirſt du genug mit

der Beſchaffung und Einordnung der hier verzeichneten Geräthſchafte zu thun haben, ſei es nun, daß du nur das Nothwendigſte, oder ſei es daß du auch das hauptſächlich zur Bequemlichkeit Erforderliche anzuſchaffen beſchlöſſeſt. Von der Bearbeitung des Glaſes und der Korl ſpreche ich mit dir im nächſten Briefe.

19. Brief.

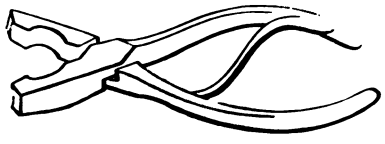
Bearbeitung von Korken: Abfeilen; Proben auf dichten Schluß; Korkbohren. Durchſchneiden von Röhren; Einſetzen in Flaſchen. Herſtellung von Spritzflaſchen zur Einübung des Gelernten. Ausziehen von Glasröhren. Herſtellung einer zuſammengeſetzten Spritzflaſche; doppelte Bohrung; Glasbiegung.

Bei der Zuſammenſtellung von Apparaten ſind, wie ich dir ſchon einmal geſagt habe, die guten Stopfen ein Haupterforderniß. Dazu gehört aber auch vor Allem eine gute Bearbeitung derſelben, und hierauf ſoll daher zunächſt dein Augenmerk gerichtet ſein.

Laſſe einige Champagnerkorke in ſiedendem Waſſer aufweichen und wähle eine Flaſche mit weitem Halſe, doch ſo, daß derſelbe für den ausgewählten Kork zu enge iſt. In Ermangelung eines gebrauchten Champagnerkorks wird ein anderer, nicht durch Kochen, ſondern mittelſt des Hammers und zwar in folgender Weiſe erweicht: Lege den Kork auf eine feſte Unterlage, einen Klotz, eine Bank oder dgl. und führe, unter langſamem Umdrehen, mehrere Schläge mit dem Hammer darauf, doch nicht ſo ſtark, daß dadurch bleibende Eindrücke im Korke entſtehen; nach und nach wird derſelbe weicher und elaſtiſcher werden (1). Nunmehr muß er durch Feilen ſo verkleinert werden, daß er mit einiger Mühe in die Flaſche geht. Dies geſchieht, wenn er viel zu dick iſt, zuerſt mit der Raſpel, dann mit der Feile, iſt aber nicht viel abzufeilen, nur mit letzterer allein.

Lege den Kork wie vorher auf den Tiſch, faſſe ihn der Länge nach

Fig. 84.



(1) Man hat auch eine Zange (Fig. 84) conſtruirt, die dazu dient, durch Zuſammenpreſſen des Korkes daſſelbe zu bewirken; ſie ſind zum Preiſe von 1 Thlr. in den Handlungen chemiſcher Geräthſchaften zu haben und recht bequem und zweckmäßig.

zwiſchen Daumen und Zeigefinger der linken Hand und führe die Raſpel oder Feile unter fortwährendem Umdrehen des Korkes von der Seite dagegen; mit der Raſpel wird die Hauptmaſſe abgenommen, mit der Feile dann ſo lange nachgearbeitet, bis die Oberfläche möglichſt eben geworden iſt. Dabei iſt durch vorſichtiges Drehen dahin zu wirken, daß der Kork vollkommen rund wird, und die Richtung der Feile ſo feſtzuhalten, daß er an dem einen Ende etwas ſchmäler als am andern wird. Der Kork iſt ſo vorzurichten, daß er nur mit Mühe und unter einer etwas drehenden Bewegung in die Flaſche zu bringen iſt.

Iſt dies geſchehen, ſo kannſt du dich leicht davon überzeugen, ob er darin luftdicht ſchließt, oder nicht. Du brauchſt nur die verkorkte Flaſche mit der Mündung nach unten ſo in ein Gefäß mit Waſſer zu halten, daß die Flaſchenöffnung einige Linien untergetaucht iſt, und alsdann die Flaſche durch die Hand möglichſt ſtark zu erwärmen. (Dabei iſt jedoch zu bemerken, daß, wenn ſie ſchon vorher beim Einpaſſen des Korkes durch die Hand erwärmt worden, ſie erſt wieder abgekühlt ſein muß.) Die in der Flaſche enthaltene Luft wird ſich dann durch die Wärme auszudehnen ſuchen und, wenn der Pfropfen nicht völlig dicht ſchließt, in Blaſen durch das Waſſer entweichen. Iſt dies auch nach einiger Zeit nicht der Fall, ſo kannſt du den Schluß als vollkommen erachten und weiter fortfahren. Nimm den Kork aus der Flaſche, ſchneide ihn mit einem ſcharfen Meſſer ſo ab, daß noch ein Stück von 1 bis 1½" übrig bleibt, und lege ihn auf den Tiſch, faſſe ihn mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand, dieſes Mal aber der Breite nach, und bohre in die Mitte der dir zugekehrten Seite einen recht feinen, ſpitzen Rattenſchwanz; wenn er einige Linien eingedrungen, ſo ziehe ihn heraus, und bohre dann kräftig wieder weiter fort, bis nach 2 oder 3maligem Anſetzen die Spitze der runden Feile an der entgegengeſetzten Seite zum Vorſchein kommt. Es muß dabei große Sorgfalt darauf verwendet werden, daß die Richtung der Feile von Anbeginn an ſo genommen wird, daß ſie in der Mitte der anderen Seite durchkommt. Wollteſt du die Richtung während des Bohrens umändern, ſo würde die Spitze Gefahr laufen, abzubrechen, ſelbſt dann noch, wenn die Feile vorher, wie früher angegeben, enthärtet worden.

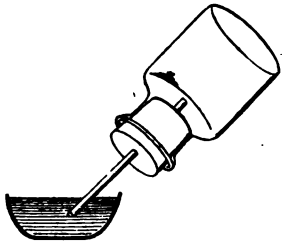
So wie du die Spitze des Rattenſchwanzes durchſtechen ſiehſt, ziehe ihn heraus und bohre nun von der anderen Seite in ähnlicher Weiſe, bis ein Loch durch die Mitte des Korkes entſteht, in welches die Feile etwa bis zur Hälfte hineingeſteckt werden kann. Nun erweitere es durch ſchnelles Hin- und Herziehen des Rattenſchwanzes, während der Kork unter der flach darauf liegenden linken Hand ganz langſam auf dem Tiſche hin und her gerollt wird. Dadurch wird bewirkt, daß das Loch vollkommen rund bleibt, was ein Haupterforderniß iſt.

Nun nimm eine Glasröhre mittlerer Dicke zur Hand und erweitere das Loch allmälig so, daß dieſe mit Mühe in daſſelbe zu ſtecken iſt. Beſonders haſt du dich noch vor dem Uebelſtande zu hüten, der Anfängern leicht vorkommt, daß nämlich das Loch an den Enden weiter wird, als in der Mitte; es muß überall gleich weit und vollkommen cylindriſch ſein.

Um dich nun zu überzeugen, ob es für die bezeichnete Röhre paſſend iſt, wirſt du von dieſer ein Stück von etwa 3 bis 4″ abſchneiden müſſen. Dies geſchieht in folgender Weiſe: Mit der Kante der dreikantigen Feile ziehe einen etwas tiefen Strich an der Stelle der beabſichtigten Theilung, was durch 2 oder 3maliges Hin- und Herziehen der Feile ſehr leicht geſchieht; faſſe dann die Röhre mit beiden Händen ſo, daß die beiden Daumen ſich genau an der Stelle gegen einander ſtemmen, die dem Feilſtrich entgegengeſetzt iſt und zerbrich dann die Röhre herzhaft, aber mit einer Bewegung, die gleichzeitig die beiden Theile auseinander zu ziehen ſtrebt. Du wirſt ſie ſo ohne alle Splitter vollkommen glatt und ſcharfkantig auf dem Bruche erhalten.

Die äußere Kante der Bruchfläche wirſt du wohl thun, mit der flachen Seite der dreikantigen Feile etwas abzufeilen; dann aber verſuche, das abgeſchnittene Stück mit einer gleichſam ſchraubenden Bewegung in das Loch des Pfropfens zu bringen. Sollte dies allzu ſchwer gehen, ſo daß die Seiten des Loches dadurch leiden würden, ſo würde dieſes noch erſt zu erweitern ſein; jedenfalls aber darf die Röhre nur mit großer Mühe hineinzubringen ſein. Stecke ſie ſo weit in den Kork, daß ſie an der ſchmäleren Seite deſſelben einige Linien weit hervorſteht, und mache hierauf eine Probe, ob ſie luftdicht darin ſchließt, was in ganz ähnlicher Weiſe geſchieht, wie früher. Stecke nämlich den mit der Glasröhre verſehenen Kork feſt in die Flaſche, bringe dann die Mündung der Röhre, aber nur dieſe, nicht den Pfropfen, in ein wenig Waſſer und erwärme die Flaſche mit den Händen (Fig. 85). Die dadurch ſich ausdehnende Luft im Innern der Flaſche wird durch die Glasröhre entweichen und in Blaſen zum Vorſchein kommen. Wenn dies geſchieht, ſo iſt der Apparat dicht und erfüllt ſeinen Zweck für jetzt vollkommen; es war kein anderer als der, dich mit dieſen einfachen Manipulationen bekannt zu machen.

Fig. 85.

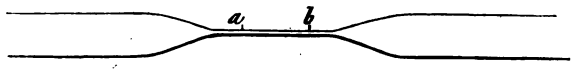


Wiederhole nun dieſe kleine Arbeit noch mit drei weiteren Flaſchen von verſchiedener Größe und mit den verſchiedenen Glasröhren deinem Beſitze; nur ſo kann es dir gelingen, einigermaßen die nö

es dir gelingen, einigermaßen die nöthigste Uebung in diesen Dingen zu erlangen, wodurch der Erfolg der weiteren Versuche allein gesichert werden kann.

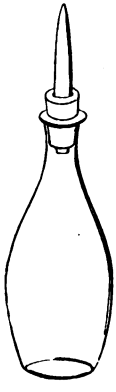
Wir wollen nun gleich eine Nutzanwendung des Erlernten vornehmen, nämlich zwei Spritzflaschen darstellen, eine einfache und eine zusammengesetzte. Zu diesem Zwecke zünde die Spirituslampe an, nimm eine Glasröhre von der Größe a (Fig. 59), halte sie so mit beiden Händen *über* die Flamme, daß eine Stelle, die etwa 3 bis 4″ vom Ende entfernt ist, von der Hitze getroffen wird, und drehe die Röhre fortwährend zwischen den Fingern, indem du sie allmälig in den *obersten Theil* der Flamme herabsenkst. Hier fahre fort, die bezeichnete Stelle unter unausgesetztem Drehen zu erhitzen, indem du zugleich einen sanften Zug mit beiden Händen ausübst. Du wirst bald bemerken, wie der Durchmesser der Röhre vor der erhitzten Stelle mehr und mehr abnimmt, indem sich die erweichte Röhre verlängert. Wenn du fühlst, daß sie recht weich geworden ist, so lasse sie, ohne weiter zu ziehen, noch etwas heißer werden, nimm sie dann plötzlich aus der Flamme heraus und ziehe sie in demselben Augenblick herzhaft nach beiden Seiten auseinander. Die Röhre wird dadurch ungefähr die Gestalt wie Fig. 86

Fig. 86.



annehmen. Lege sie zum Erkalten auf den Tisch und mache dann an die Stelle a einen Feilstrich und brich die Röhre daran entzwei; dann brich auch noch das Stück zwischen a und b ab. Halte nun die abgebrochene Spitze a einige Sekunden in die Flamme, damit ihre Kanten etwas rund schmelzen, ohne daß aber die Oeffnung zugeschmolzen werde, und feile das weitere Ende dieser kleinen spitzen Röhre etwas ab. Nun wähle ein gewöhnliches, etwas großes Medizin- oder ein kleines Weinfläschchen, und richte in der oben beschriebenen Weise einen darauf passenden Kork zur Aufnahme der Röhre her, welche alsdann mittelst desselben in die Flasche luftdicht hineingesteckt wird. Dieser Apparat ist die einfache Spritzflasche (Fig. 87). Wenn du sie vor dem Einstecken des Korkes mit Wasser nicht gänzlich füllest, dann den Pfropf nebst Glasröhre fest einpressest, und das Ganze umkehrst, so wird das Wasser höchstens tropfenweise ausfließen; bläsest du nun aber in die umgekehrte Flasche Luft durch die Glasröhre, so wird nach Entfernung des Mundes ein feiner Wasserstrahl hervorspritzen, der zu manchen Zwecken, namentlich zum Auswaschen der Niederschläge auf dem Filter sehr bequem ist.

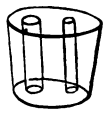
Fig. 87.



Noch zweckmäßiger hierzu iſt die zuſammengeſetzte Spritzflaſche:

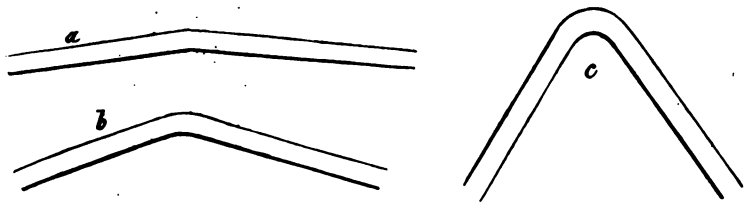
Nimm irgend eine Flaſche mit ziemlich weitem Halſe, bereite einen Champagnerkork oder einen guten Spundkork durch Kochen oder Hämmern gut vor und bohre, nachdem er bis zum dichten Schließen der Flaſchenöffnung abgefeilt worden, zwei Löcher hindurch, ſo daß beide etwa gleich weit unter ſich und von dem Rand des Korkes abſtehen; das eine dieſer Löcher muß für die Röhre von der Weite a, das andere für die von der Weite b Fig. 59) paſſend ſein (Fig. 88); beide müſſen ſenkrecht auf den beiden Flächen des Korkes ſtehen.

Fig. 88.



Schneide nun von der großen Glasröhre mit der ausgezogenen Spitze ein ſolches Stück ab, daß dieſes, in die Flaſche geſtellt, noch etwa 6″ daraus hervorrage, und runde beide Enden deſſelben in der Flamme und mit der Feile ab; alsdann bringe dieſes Stück etwa 4″ von der Spitze unter denſelben Vorſichtsmaßregeln wie vorhin angegeben in die Flamme der Spirituslampe, und erhitze es darin, jedoch ohne es auszuziehen, bis du fühlſt, daß es biegſam geworden. Dann gieb der Röhre durch Neigung der Hände eine ſchwache Krümmung (Fig. 89, a)

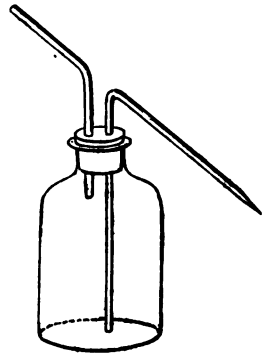
Fig. 89.



und erhitze dann die dieſer Krümmung zunächſt gelegene Stelle der Röhre, unter fortwährendem Umdrehen, worauf ein weiteres Krümmen b erfolgt. Nach ſorgfältigem Erhitzen der angrenzenden Stelle der Röhre bewirke endlich eine letzte Krümmung, die der Röhre ungefähr die Form c giebt. Es iſt weſentlich hierbei, die ganze Krümmung nur allmälig und unter fortwährendem Wechſeln der erhitzten Stelle vorzunehmen, damit die Krümmung eine runde Linie und keine Ecke wird, oder gar eine Falte im Glaſe zeigt, in welchem Falle die Röhre ſehr leicht brechen würde.

Schneide dann von der weiteren Röhre (Fig. 59, b) ein Stück von etwa 4″ ab, und biege es ungefähr in einem Drittel der Länge in einen ſtumpfen Winkel um, laſſe die Bruchkante etwas rund ſchmelzen und ſtecke dann beide Röhren ſo in den Stopfen und dieſen in die Flaſche, wie Fig. 90 (ſ. die folgende Seite) es zeigt. Enthält die Flaſche Waſſer und bläſt man in das kürzere Röhrenſtück, ſo wird aus dem anderen ein feiner

Fig. 90.



Wasserstrahl hervorkommen, dessen Stärke und Richtung ganz in der Gewalt des Blasenden steht. Eine solche Spritzflasche dient zum Ausspülen von kleinen Glasgefäßen, Abwaschen von Krystallen, Auswaschen von Medizinflaschen u. s. w.

Doch für heute genug hiervon, das nächste Mal lehre ich dich die Construktion einer Lampe, welche eine größere Hitze giebt, als die kleine Spirituslampe.

Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, daß du, wenn du die Gummiapparate, von denen ich im vorigen Briefe gesprochen habe, besitzest, die ganze Arbeit für den doppelt durchbohrten Kork nicht nöthig hast, sondern nur eine Flasche auszuwählen brauchst, auf welche ein Gummihütchen mit zwei Röhren unter gehöriger Spannung paßt; dann steckest du in dasselbe zwei Glasröhren, die wie angegeben gebogen sind, und mit großer Reibung in die etwas aufzuspannenden Röhrenansätze passen, worauf die Spritzflasche fertig ist.

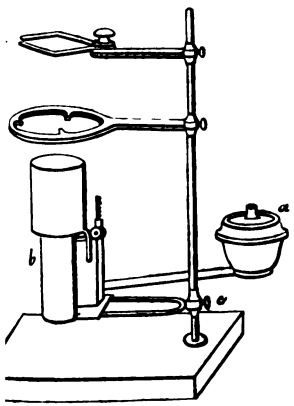
---

20. Brief.

lampen mit doppeltem Luftzuge. Anfertigung einer ſolchen zum Erſatz der Berzeliuslampe und zur Uebung in den verſchiedenen Manipulationen. Glasſprengen.

Zur Erzeugung höherer Hitzegrade, ſo wie ſie z. B. zum Schmelzen r Röhren erforderlich ſind, reicht eine kleine Spirituslampe keines- aus; wenn du alſo keine Gaslampe wie die beſchriebenen haſt gen können, ſo mußt du jetzt Bedacht darauf nehmen, eine Spiritus- mit doppeltem Luftzuge dir anzuſchaffen. Man hat davon ver-

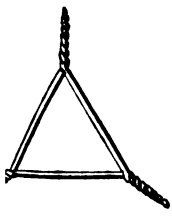
Fig. 91.



ſchiedene Arten; diejenige, welche ich für die zweckmäßigſte halte, zeigt Fig. 91.

Der Spiritusbehälter a iſt von dem Brenner b durch ein langes Rohr getrennt; beide ſtecken mittelſt einer Hülſe an einer Gabel, welche vermöge der Schraube c an einer beliebigen Stelle des Statives befeſtigt werden kann und über welche die Lampe nach vorne und hinten geſchoben werden kann. Der Fuß dieſes Statives iſt zweckmäßig, aber nicht nothwendig mit einer Porzellanplatte bedeckt.

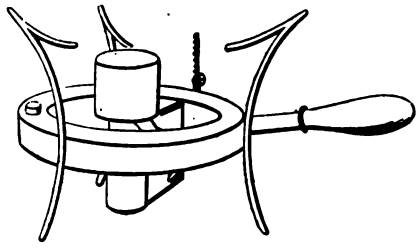
Fig. 92.



Der Brenner b enthält einen cylindriſchen, hohlen Docht, der mittelſt einer Schraube beliebig hoch geſtellt werden kann; über dem Dochte befindet ſich ein Schornſtein und über demſelben der verſtellbare Ring, zu welchem endlich noch einige Triangel aus Draht (Fig. 92) gehören. Eine ſolche Lampe erhältſt du in den Handlungen chemiſcher Geräthſchaften [illegible] von

3 bis 4 Thalern; doch rathe ich dir, bei der Beſtellung eine kleine Zeichnung beizufügen, damit du dieſe und keine andere, weniger zweckmäßige erhältſt. Gewöhnlich befindet ſich an ſolchen Lampen noch eine Schraube mit beweglicher Gabel (Figur 91 e); ſollte die Lampe, welche du dir kaufen wirſt, dieſe nicht haben, ſo rathe ich dir ſehr, nachträglich noch dieſe Verbeſſerung anbringen zu laſſen.

Fig. 93.



Eine andere Einrichtung dieſer Spirituslampen mit doppeltem Luftzug, oder ſogenannten Berzeliuslampen zeigt die beiſtehende Figur. Dieſe haben einen ringförmigen Spiritusbehälter und drei Arme zur Aufnahme von zu erhitzenden Gegenſtänden, und ſind in manchen Fällen, namentlich für größere Schalen, wohl etwas zweckmäßiger als die vorhin beſchriebenen; allein der ringförmige Spiritusbehälter in ſo großer Nähe der Flamme, und der Umſtand, daß die Höhe der Gegenſtände über der Lampe nicht verändert werden kann, ſind zwei Uebelſtände, welche den ausſchließlichen Gebrauch ſolcher Lampen ſchwierig machen. Indeſſen hat man oft Gelegenheit, dieſelben bei Klempnern fertig zu finden, wodurch die Umſtändlichkeit und die Koſten des Kommenlaſſens erſpart werden, und in dieſem Falle würde ich allerdings zu dieſer letzten Art Lampen rathen. Der Preis derſelben iſt 2½ bis 3 Thlr. Eine allgemeine Regel für dieſe Lampen, die du nie außer Acht laſſen darfſt, und die überhaupt für alle Spirituslampen Geltung hat, will ich gleich hier dir angeben: Fülle nie neuen Spiritus in den Behälter, ehe die Lampe ausgelöſcht, und wenn ſie ſehr heiß war, etwas abgekühlt iſt; das größte Unglück könnte aus der Nichtbeachtung dieſer Vorſchrift entſtehen. Laſſe dich durch die Koſten dieſer Lampe nicht abſchrecken; es giebt kaum einen Apparat, der für ein Laboratorium ſo unentbehrlich wäre, wie eine Berzeliuslampe. Sollte aber trotz dem dein Wunſch dahin gehen, dieſe Beſchaffung zu umgehen, ſo will ich dir im Folgenden eine Anleitung geben, dir ſelbſt eine Lampe zu conſtruiren, die, wie ich mich überzeugt habe, recht gut im Stande iſt, die Berzeliuslampe zu erſetzen, und die nur ein Paar Groſchen koſtet. Ich bitte dich, dir eine ſolche ſelbſt in dem Falle einzurichten, daß du dir eine vollkommene Berzeliuslampe anſchaffſt, denn es iſt eine gute Uebung und du erhältſt eine recht brauchbare Lampe, die dir vielfach auch neben den anderen nützlich ſein wird.

Nimm eine Flaſche mit ziemlich weitem Halſe von einem Inhalte von etwa ¼ Quart (ſie kann aus grünem Glaſe ſein und hat am beſten

keinen abſtehenden Rand an der Oeffnung), feile etwa 3‴ oberhalb des Bodens einen tiefen Schnitt quer hinein, halte dann das in der Spirituslampe glühend gemachte Ende einer Sprengkohle an den Schnitt und erhalte die Spitze durch Blaſen und Umdrehen im friſchen Glühen; ſehr bald wird im Glaſe ein Sprung in der Richtung des Feilſtriches entſtehen. Sollte ſich derſelbe auch nach einiger Zeit nicht zeigen, ſo wird ein Befeuchten der Stelle mittelſt eines naſſen Fingers ganz ſicher ein Springen des Glaſes hervorrufen, doch wird dieſes dann ſelten mit der erforderlichen Regelmäßigkeit bewirkt und es entſtehen oft viele kleine Riſſe. Jedenfalls muß, wenn das Springen durch Befeuchten bewirkt werden ſoll, die Hitze vorher nicht gar zu ſtark ſein; es entſteht dann eher ein einfacher Sprung. Auf welche Weiſe dieſer aber hervorgebracht worden, ſo muß er nun mittelſt der glühenden Sprengkohle rings um die ganze Flaſche in gleicher Entfernung vom Boden geführt werden. Um die Richtung genau inne zu halten iſt es gut, eine Linie mit der Feder oder mit Kreide vorzuzeichnen. Sollte der erſte Sprung etwas ſchief ausgefallen ſein, ſo iſt dieſe Zeichnung in einem ſanften Bogen nach der Mündung der Flaſche zu in eine Kreisbahn einzuführen, welche nicht durch den Feilſtrich geht. Der ganze Sprung ſoll nämlich den Boden der Flaſche ſo abſprengen, wie es Fig. 94 zeigt; die Beſchaffenheit des abgetrennten Bodens iſt dabei völlig gleichgültig, aber der Rand des größeren übrigbleibenden Stückes muß möglichſt eben und namentlich durchaus ohne Sprünge ſein. Sind daher mehrere Anfangsſprünge vorhanden, ſo wirſt du den größten davon auswählen und den ganzen Kreisſprung ſo auszuführen haben, daß er (die Flaſche umgekehrt gehalten) ſchließlich unter allen anderen Sprüngen hinweg in ſich ſelbſt verläuft; das Aufzeichnen des Striches haſt du in dieſem Falle alſo etwa nach Fig. 95 auszuführen.

Fig. 94.

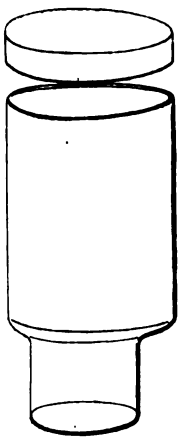
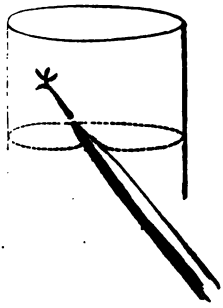


Fig. 95.



Das Sprengen ſelbſt geſchieht ſehr leicht dadurch, daß man die glühende Kohle 1 bis 2‴ vor das Ende des Sprunges hält und dann demſelben nähert (ſ. beiſtehende Figur), wo dann der Sprung in jeder beliebigen Richtung geführt werden kann.

Es iſt kaum zu erwarten, daß dir gleich das erſte Mal die Sprengung ganz nach Wunſch gelingen werde; du wirſt erſt einige Flaſchen

opfern müſſen, bis du einen regelrechten Schnitt erhältſt; laß dich dieſe Mühe nicht verdrießen; je mehr Uebung und Sicherheit du hierin erlangſt, deſto beſſer iſt es.

Verſchaffe dir nun eine Glasröhre von etwa 6 bis 8‴ äußerem Durchmeſſer (bei einem Barometermacher wirſt du ſie leicht bekommen) und ſchneide davon ein Stück von ſolcher Länge ab, daß es um einige Linien die Länge der abgeſchnittenen Flaſche übertrifft. Schwerlich wirſt du dies durch Einfeilen und Abbrechen ſo fertig bringen, daß am Rande des Bruches kein Sprüngchen erſcheint; deshalb rathe ich dir mehr dazu, eine tiefe Furche rings herum einzufeilen, dann dieſe an einer Stelle mit Sprengkohle zu erhitzen und hierauf zu befeuchten, worauf ohne Zweifel der Sprung ganz regelrecht erfolgen wird. Beim Einfeilen der Furche leiſtet etwas Terpentinöl, auf die Feile getropft, ganz treffliche Dienſte; es wird dadurch das Einſchneiden ſehr erleichtert und beſchleunigt.

Haſt du das Glasrohr abgeſchnitten, ſo wähle einen recht guten Stopfen aus, feile ihn mit großer Sorgfalt, bis er in den Hals der Flaſche recht dicht ſchließt, und bohre erſt mit einem mitteldicken, dann mit dem dickſten Rattenſchwanze ein Loch in deſſen Mitte, in welches das weite Glasrohr mit Mühe paßt; dabei iſt großer Fleiß auf vollkommene Rundung des Loches zu verwenden und dann Kork und Röhre mit Kraft in den Hals zu ſtecken; endlich wird der Kork ſcharf am Rande des Glaſes abgeſchnitten und die Glasröhre ſachte ſo weit vorgeſtoßen, bis ſie ebenfalls aus der Flaſche nicht mehr vorragt (ſ. die Figur weiter unten). Um zu verſuchen, ob der Kork recht dicht ſchließt, mußt du nun Waſſer in das Glas gießen und es eine Zeit lang ſtehen laſſen; wenn nichts durchſickert, iſt Alles in Ordnung. Mittlerweile wirſt du wohl thun, dich nach einem paſſenden Geſtelle für die werdende Lampe umzuſehen. Am leichteſten möchte wohl ein etwas ſchweres Brettchen zu beſchaffen ſein, welches etwas breiter als die Flaſche und einen halben Zoll höher als deren Hals iſt. In daſſelbe laſſe ein rundes Loch bohren, worein der Hals der Flaſche paßt, und worin er, namentlich wenn ſeine Mündung umgebogen iſt, mit Papier oder Pappendeckel recht feſt eingepaßt wird. In die untere Seite dieſes Brettchens werden zwei etwas tiefe, ſich in dem Loche kreuzende Furchen gefeilt, wodurch die Luft zu der Glasröhre Zutritt erhält, wenn die Lampe auf dem Tiſche ſteht.

Nun feile einen Spund ſo, daß er gut in die obere Oeffnung der Lampe paßt, und bringe in ſeiner Mitte ein Loch an, welches ſo groß iſt, daß die von unten vorragende Glasröhre mit einem ringförmigen Zwiſchenraum von 2‴ Breite hineinrage; feile ferner zur Seite, möglichſt nahe am Rande des Stopfens, noch ein zweites Loch zur Aufnahme

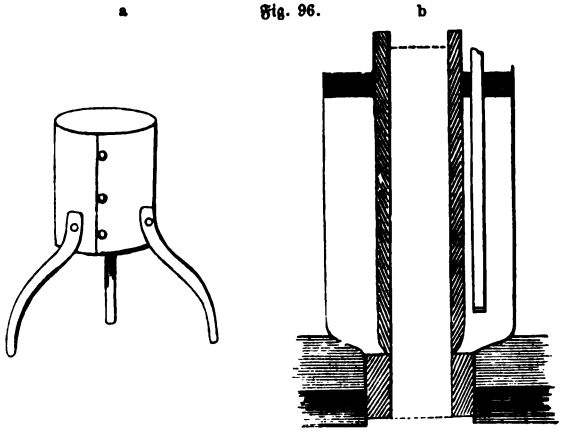
Glasröhre von der Weite c (Figur 59) und eine der Höhe der
: gleichen Länge ein und ſtecke dann den Kork in die obere
ung ſo hinein, daß er aus der Flaſche nicht hervorſteht; er muß
Reibung recht feſt ſitzen, braucht aber nicht nothwendig dicht zu
en.

dun ſchneide aus einem dünnen Stücke Meſſingblech mit der Scheere
ereckiges Stück, welches zuſammengerollt eine Röhre von der Weite
ittleren Loches im oberen Korke und von einer ſolchen Länge giebt,
e, bis zur unteren Fläche dieſes Korkes hineingeſteckt, die Glas-
um etwa einen halben Zoll übertrifft. Dieſe Röhre muß ſo gerollt
aß ſie durch ihren eigenen Druck an der Mündung des Loches feſt-
en wird. In den Zwiſchenraum zwiſchen dieſe Meſſing- und
asröhre kömmt nun ein cylindriſcher Docht, und auf den Kork eine
Meſſingplatte mit zwei den darin befindlichen Röhren entſprechenden
n. Die engere Röhre dient zum Füllen der Lampe mit Spiritus,
ein ganz kleiner Glastrichter ſehr bequem iſt, und wird außer-
it einem kleinen Pfropfen verſchloſſen.

dun fehlen nur noch ein Schornſtein und ein Deckel; erſterer zur
hrung des Zuges und der Hitze, letzterer zur Vermeidung der
nſtung des Weingeiſtes beim Nichtgebrauche der Lampe.

Den Schornſtein läßt du wohl am beſten von einem Blecharbeiter
Meſſingblech ſchneiden und mit ein Paar Stiften vernieten. Er
$1\frac{1}{4}$'' weit und $2\frac{1}{4}$'' hoch ſein, und an einem Ende mit drei Streifen
en ſein, welche ſo gebogen ſind, daß ſie ſich um den Spiritus-

a Fig. 96. b



r feſtklemmen und den Schornſtein in einer ſolchen Höhe feſt-
, daß ſie unten am Rande ein Paar Linien über dem oberen
der Dochthülſe ſteht (Fig. 96, a). Statt dieſer Blechſtreifen
natürlich eben ſo gut drei ſtarke Drähte dienen, doch müſſen ſie

dann mit Hartloth angelöthet ſein. Der Deckel wird aus Weißbl
gefertigt und paßt ziemlich genau über den Docht und ſeine Hülſe. D
Lampe iſt nun fertig und zeigt im Durchſchnitte etwa die Geſtalt w
Fig. 96, b (ſ. die vorhergehende Seite).

Beim Gebrauche wird der Docht zur erforderlichen Höhe emporg
zogen, in welcher er durch ſeine Reibung ſtehen bleiben muß, und di
Flamme erſcheint dann bis oberhalb des Schornſteins. Gerade in ihre
oberſten Theile iſt ihre größte Hitze.

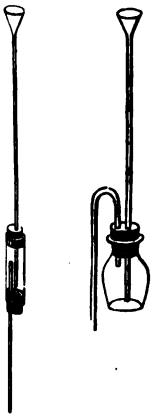
21. Brief.

Anfertigung von Trichterröhren und Sicherheitsröhren. Schutz der Korke durch Guttapercha. Abschneiden großer Glasröhren. Herstellung eines Waschapparates für Gase. Proben auf seine Dichtigkeit. Anfertigung von Kautschukröhren. Verkitten undichter Apparate. Gasentwickelungsapparat. Dichtigkeitsprobe.

Um nicht später bei Anstellung verschiedener Experimente häufig aufgehalten zu werden, so wie um dich mehr und mehr in den Bearbeitungen der Glasröhren u. s. w. zu üben, wollen wir jetzt einige kleine Apparate zusammensetzen und sie für vorkommende Fälle aufbewahren.

Nimm eine weite Glasröhre (Fig. 59, c) von 10 bis 12″ Länge, erhitze das eine Ende derselben unter fortwährendem Drehen in der Flamme der Lampe mit doppeltem Luftzuge, bis es etwa auf 1″ Länge recht weich geworden, und erweitere es darauf durch Einstecken eines V förmig gebogenen Drahtes oder einer runden, etwas dicken und kegelförmig zugespitzten Kohle, und ohne das Drehen innerhalb der Flamme zu unterbrechen, zu einem kleinen Trichter. Du wirst wohl daran thun, zwei oder drei solche Trichterröhren, (welche einem Retortentrichter ohne Knie gleichen) zu verfertigen. Sie dienen zum Nachgießen von Flüssigkeiten in Retorten und Flaschen, wie du später erfahren wirst.

Fig. 97.



Richte ferner zwei Sicherheitsröhren nach diesen beiden Zeichnungen (Fig. 97) ein; du wirst dies nun schon ohne weitere Anleitung fertig bringen, wenn du dich genau an die Zeichnung hältst und für das Fläschchen rechts eine kleine, möglichst leichte Opodeldocflasche, für sämmtliche Röhren

welche von mittlerer Weite (Fig. 59, b) nimmſt. Da in dieſe Röhren Säuren gegoſſen werden ſollen, ſo wird es ſehr zweckmäßig ſein, die Korke vor deren zerſtörender Einwirkung zu ſchützen. Zu dieſem Zwecke thuſt du am beſten, ſie mit Guttapercha zu überziehen. Dieſe Operation, die unter allen ähnlichen am beſten dieſen Zweck erfüllt, und die du daher in allen vorkommenden Fällen ausführen kannſt, wird in folgender Weiſe vorgenommen:

Erweiche ein Stück rohe Guttapercha, wie du ſie vom Materialiſten erhältſt, in heißem Waſſer, und forme daraus durch Kneten ein dünnes, einer Stange Siegellack ähnliches Stück. Wenn daſſelbe kalt und feſt geworden, ſo verfahre damit zum Ueberziehen der — mit den durchgeſteckten Röhren verſehenen — Korke wie mit Siegellack. Stecke die Guttapercha in der Flamme einer Spirituslampe an und bringe von dem ſchmelzenden und brennenden Stoffe auf die ganze Oberfläche des Korkes, welche ins Innere des Apparates kommt, eine dünne Schichte. Dieſe wird ſchließlich durch Ueberfahren mit dem erhitzten Ende einer Glasröhre ausgeglichen und geglättet. Dabei iſt Sorge zu tragen, daß die Guttapercha zwar alle Punkte bedeckt, aber nicht über den Rand hinausragt; in letzterem Falle würde ſonſt der Kork nicht mehr in das Glas paſſen. Auf ſolche Weiſe vorbereitete Korke werden in der Kälte ſelbſt nicht von Vitriolöl angegriffen; dagegen können ſie, ohne bald zu verderben, eine erhöhte Temperatur nicht vertragen.

Sämmtliche Trichter- und Sicherheitsröhren werden paſſend an der Wand aufgehängt, oder auf Nägel u. ſ. w. gelegt, da ſie in Schubladen ſehr dem Zerbrechen ausgeſetzt ſind; wir werden ihrer bald bedürfen.

Zum Waſchen und Trocknen von Gaſen bedürfen wir eines Apparates, der in größeren Laboratorien aus mehreren Wulff'ſchen Flaſchen (Brief Nr. 17) zuſammengeſetzt zu werden pflegt; du ſollſt aber dieſe entbehren können, oder zu anderen Zwecken verwenden, und wir wollen daher einen anderen Apparat mit einfacheren Hülfsmitteln herrichten, der ganz denſelben Zweck für unſere im kleineren Maßſtabe anzuſtellenden Experimente erfüllen wird.

Du wirſt dazu einer kleinen Quantität Sand bedürfen, der recht rein, geglüht und geſiebt ſein muß. Trockne daher ein Paar Hände voll davon auf dem Ofen, ſiebe ihn durch das feinſte Sieb, das du haben kannſt, glühe ihn in einem heſſiſchen Tiegel wohl durch, und bewahre ihn zum Gebrauche in einer Flaſche auf.

Nun nimm eine Glasröhre von 5 bis 6‴ Weite und einer Länge von etwa einem Fuß. Das Abſchneiden erfolgt in der bekannten Weiſe mittelſt Einfeilen und Abbrechen, oder Abſprengen. Sollte dabei ein kleiner Sprung in den Rand der Röhre kommen, oder dieſer

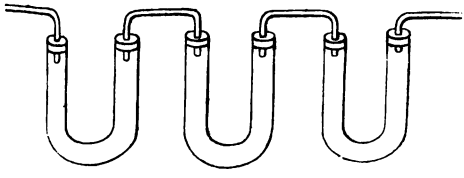
auf irgend eine Weiſe nicht hinlänglich gerade ſein, ſo kannſt du mit einem Einſchnitt im Barte irgend eines Schlüſſels, der etwas weiter als die Röhre dick iſt, ſo lange kleine Glasſtückchen von deren Rand abbrechen, bis dieſer hinreichend geebnet, und ohne alle Sprünge erſcheint. Verſchließe das eine Ende derſelben mit einem Korke, fülle die Röhre mit dem geglühten Sande und verſchließe das andere Ende ebenfalls.

Nun erhitze die Mitte der Röhre unter fortwährendem Drehen erſt über, dann innerhalb der großen Spiritusflamme, und laſſe ſich die Hitze durch gleichzeitiges Hin- und Herziehen der Röhre auf eine möglichſt große Stelle verbreiten. Wenn du fühlſt, daß das Glas weich geworden, ſo biege es allmälig unter der Vorſicht um, daß möglichſt alle Seiten der Flamme dargeboten und die Biegungsſtelle allmälig verſchoben werde. Dies ſetze ſo lange fort, bis die Röhre etwa die Form eines U zeigt, worauf ſie nach und nach aus der Flamme genommen und erkalten gelaſſen wird. Dann nimm den Sand heraus und biege in derſelben Weiſe noch zwei ſolche Röhren.

Dieſe Operation iſt nicht ganz leicht auszuführen und erfordert viel Geduld, doch zweifle ich nicht, daß du mit einiger Ausdauer damit ganz gut zu Ende kommen wirſt.

Es bleibt nun noch übrig, die drei Röhren zu einen Ganzen zu verbinden; zu dieſem Ende ſuche ſechs recht gute Medizinkorke aus, die (nach etwa vorhergegangenem Abfeilen) ſehr genau in dieſelben paſſen, und feile in ſämmtliche ſechs Stöpſel feine Löcher zur Aufnahme von Glasröhren des kleinſten Durchmeſſers; hierauf ſchneide von dieſen ſolche Stücke ab, und biege ſie ſo um, daß nach Verbindung der einzelnen Theile das Ganze die Geſtalt wie Fig. 98 zeigt. Du haſt dabei darauf zu achten, daß die kleinen Röhren nach innen nicht weit über die Stöpſel vorſtehen. Dieſen ganzen Apparat prüfe ſchließlich auf ſeine vollkommene Dichtigkeit in folgender Weiſe:

Fig. 98.

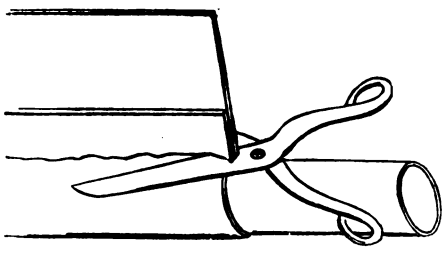


Verſchließe die äußerſte Röhre mit dem Finger, ſauge an der entgegengeſetzten recht ſtark, und verſchließe dann ſchnell die Oeffnung mit der Zunge. Wenn dieſe daran haftet und auch nach einiger Zeit noch haften bleibt, ſo hat der Apparat die Dichtigkeitsprobe beſtanden. Um dich noch mehr davon zu überzeugen, kannſt du auch das eine Ende mit etwas Wachs verſtopfen, dann eine der Röhren mit der kleinen Spirituslampe erwärmen und ſehen, ob aus dem andern, welches

in ein Schälchen mit Waſſer eintaucht, Luftblaſen entweichen. Sollte der Apparat bei einer dieſer Proben ſich undicht zeigen, ſo mußt du ſorgfältig einen Stopfen nach dem andern unterſuchen, und denjenigen, welcher verdächtig erſcheint, durch einen neuen zuverläſſigeren erſetzen. Da ſämmtliche Korke mit Kraft in die Röhren eingedrückt werden müſſen, ſo geſchieht es dabei nicht ſelten, daß Stückchen am Rande losbrechen und ſo Röhrenöffnungen entſtehen, in welche kein Kork, ohne Schaden zu leiden, hineingebracht werden kann. Dann iſt jedesmal die Mündung in der oben bezeichneten Weiſe mit einem Schlüſſel oder auch mittelſt einer Sprengkohle abzunehmen und ſchließlich mit etwas Sand abzuſchleifen. Ueberhaupt iſt es ſehr gut, wenn du alle Mündungen vor dem Einpaſſen der Korke durch ſtarkes Erhitzen des Randes rund ſchmelzen läßt, oder ſie auf einem Ziegelſtein matt ſchleifeſt.

Wenn man zur Zuſammenſtellung der Apparate, welche zur Entwickelung der Gaſe und der Beobachtung ihrer Einwirkung auf andere Körper dienen ſollen, nur Glasröhren gebrauchen wollte, ſo würden dieſelben durchaus unbeweglich ſein, und bei dem geringſten Stoße zerbrechen; ja es würde für viele Fälle mit großer Schwierigkeit verbunden ſein, ihre Theile in ein Ganzes zu verbinden, da es denſelben durchaus an Nachgiebigkeit gebrechen würde. Aus dieſem Grunde ſchaltet man an verſchiedenen Stellen bewegliche Röhren ein, und nimmt dazu entweder ſolche aus vulkaniſirtem Kautſchuk (ſ. Brief 19), oder man fertigt ſie ſelbſt aus gewöhnlichen Gummiplatten an. Für den Fall, daß dir von erſterer Art keine zu Gebote ſtehen, will ich hier die Anleitung folgen laſſen, wonach die der zweiten Art ſich ſchnell anfertigen laſſen. Schneide aus der Gummiplatte (Brief 19) einen Streifen von etwa 2″ Breite, befeuchte mit dem Munde ein Stück Glasrohr, welches denjenigen gleicht, die durch die zu verfertigende Röhre verbunden werden ſollen, und erhitze das Ende des Gummiſtreifens durch raſches Hin- und Herziehen in der Spirituslampe, bis es recht weich geworden iſt. Nun lege daſſelbe ſo um die Glasröhre, daß dieſe gerade umſpannt wird und ein ſchmaler Streifen doppelt zu liegen kommt, dieſen drücke mit den Fingern etwas feſt und ſchneide dann mit einer recht reinen Scheere alles Ueberſtehende ab (Fig. 99).

Fig. 99.



War das Kautſchuk recht warm, ſo kleben die Schnittflächen von ſelbſt aneinander; jedenfalls wird dies aber befördert und an allen Stellen durch Folgendes bewirkt: drücke mit den Daumennägeln die

Enden der Röhre auf der Glasröhre so gegen einander, daß die frischen Schnittflächen nicht von den Fingern berührt werden; sie kleben nur im frischen Zustande und wenn kein fremder Körper daran gekommen ist, fest aneinander. So entsteht eine Kautschukröhre, die aber noch leicht undichte Stellen enthalten kann; wiederhole daher die ganze Operation noch einmal, nachdem der schmale Streifen, der vom äußersten Ende abgeschnitten wurde, entfernt ist; dabei ist natürlich das Kautschuk wieder zu erwärmen und der neue Verbindungsschnitt dem ersten gerade gegenüber anzubringen. Schließlich wird von beiden Enden der Röhre ein Streifchen in kleinen Stücken abgeschnitten, um an dieser Stelle die beiden Schichten Kautschuk mit einander zu verbinden.

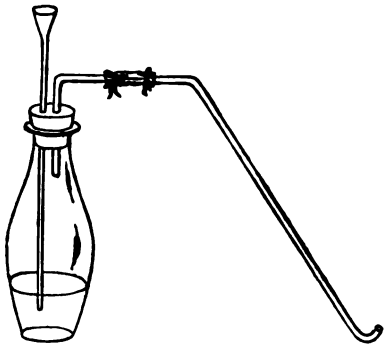
Stelle für jede der drei Hauptgrößen der Glasröhren zwei oder drei solcher Verbindungsröhren dar, und du wirst hinlängliche Geschicklichkeit erworben und einen auf eine Zeit lang ausreichenden Vorrath angefertigt haben.

Schließlich will ich dir noch die Anleitung geben, wie man Apparate, welche nicht völlig luftdicht sind, dicht machen kann, ohne die Korke gegen bessere zu vertauschen. Im Allgemeinen ist dieses Auskunftsmittel jedoch zu verwerfen, und nur da anzuwenden, wo der sehr großen Oeffnungen wegen große Spunde genommen werden müssen, welche selten einen vollkommenen Verschluß geben. In anderen Fällen ist der Kork so zu wählen und die ganze Arbeit so zu verrichten, daß von vornherein ein vollständiges Schließen bewirkt wird. Das Dichten geschieht am besten mit einem Kitt aus gestoßenen Oelkuchen und Wasser; verschaffe dir daher gesiebtes Oelkuchenpulver und verfahre alsdann nach folgender Vorschrift, die dir zugleich die Anleitung zur Herstellung eines Apparates geben soll, welchen du demnächst gebrauchen wirst.

Nimm eine ziemlich große Flasche mit weitem Halse, wähle einen möglichst passenden Spundkork und bohre darein zwei Löcher, eines zur Aufnahme einer Trichterröhre, das andere zur Aufnahme einer rechtwinkelig gebogenen ziemlich kurzen Röhre von mittlerer Weite. Gieße etwas Wasser in die Flasche, damit das Ende der Trichterröhre darin untertauche und wirf dann etwa eine Hand voll kleiner Stückchen Kreide (1) oder Marmor in das Wasser, stecke den Kork mit den Röhren in die Flasche und verbinde die kleine Röhre mittelst einer Kautschukröhre mit einer doppelt gebogenen Glasröhre. Die Befestigung der Kautschukröhre an den beiden Glasröhren geschieht am besten mit seidener Kordel und erfolgt unter sehr starkem Anziehen und mittelst einer

1) Gleich zu Anfang meines nächsten Briefes wirst du sehen, wozu diese Kreide dienen soll; für den eigentlichen Zweck ist sie überflüssig, würde aber nach dem Zukitten des Apparates nicht mehr hineinzubringen sein.

Fig. 100.



einfachen Schleife. Den ganzen Apparat zeigt dann die Fig. 100.

Iſt Alles fertig, ſo wirſt du dich leicht in der gewohnten Weiſe durch Erwärmen der Flaſche davon überzeugen können, ob der Apparat dicht iſt, oder nicht. Ich nehme als ſicher an, daß das letztere der Fall ſein wird; du verfährſt dann folgendermaßen: mache in einer Schale aus dem Oelkuchenpulver mit Waſſer einen ſteifen Taig, knete ihn zwiſchen den Fingern gut durch, und ſchmiere davon, unter ſtarkem Andrücken an Stopfen und Glas und namentlich in die Fugen, eine mehrere Linien dicke Schichte über die Mündung der Flaſche, über den Stopfen und zwiſchen die Röhren. Es muß dieſelbe recht gleichmäßig darüber verbreitet und durchaus ohne Riſſe oder Löcher angebracht werden. Schließlich wird die ganze Oberfläche des Kittes mit den naſſen Fingern ausgeglichen, und dadurch eine glatte rundliche Erhöhung über der ganzen Mündung hervorgebracht, aus welcher die Röhren recht ſauber hervorſehen. Es iſt leicht, zu probiren, ob der Apparat nun dicht iſt, und die Arbeit darf nicht eher als beendigt angeſehen werden, als bis die ſich ausdehnende Luft in regelmäßigen Blaſen aus der Entbindungsröhre austritt. Ein noch ſichereres Kennzeichen iſt folgendes: Wenn die erwärmte Flaſche wieder abgekühlt iſt, muß das Waſſer in die Röhre hineintreten, aus welcher die ausgedehnte Luft austrat, welche durch das Erkalten ſich wieder zuſammengezogen hat. Merke dir genau den Punkt, bis zu welchem das Waſſer *zurückgeſtiegen* iſt; wenn es nach einigen Minuten noch genau an derſelben Stelle oder gar höher ſteht, ſo iſt der Apparat ganz vollkommen dicht. Im nächſten Briefe die Anleitung zur Benutzung deſſelben und zur Darſtellung einiger neuen Präparate.

22. Brief.

Darſtellung von Präparaten mittelſt Gasentwickelung zur Einübung aller Arten hierher gehöriger Manipulationen. — Kohlenſaurer Baryt; kohlenſaurer Kalk. Erklärung verſchiedener Erſcheinungen.

Wir kehren heute zu dem eine Zeit lang unterbrochenen Gange von Operationen zurück, die die Herſtellung von Präparaten zum Zweck haben, und wenden uns zunächſt zum

XLII. kohlenſauren Baryt. Nimm aus dem zuletzt zuſammengeſetzten Apparat die größere gebogene Glasröhre aus der Verbindung heraus und verbinde ſtatt derſelben den Apparat der drei U förmig gebogenen Röhren damit, nachdem du in jede derſelben ſo viel Regenwaſſer gebracht, daß gerade die Krümmung damit angefüllt iſt. Um dieſen Apparat aufrecht zu ſtellen, wirſt du am leichteſten zwei oder auch alle drei Röhren in eben ſo viel Waſſer- oder Biergläſer ſtellen. Die letzte derſelben verbinde dann mittelſt eines Kautſchukrohres mit einer ſenkrecht zu ſtellenden Röhre, welche ihrerſeits in ein möglichſt hohes und enges Cylinderglas taucht.

In dieſes letztere kommt eine Miſchung von in Waſſer gelöſtem Chlorbaryum oder ſalpeterſaurem Baryt (du wirſt diejenige dieſer Subſtanzen nehmen, wovon du noch am meiſten übrig haſt) und Salmiakgeiſt (Ammoniak).

Nimm von dieſer Miſchung aber nur wenig, da es dieſes Mal nicht auf die Darſtellung größerer Mengen ankommen wird. Gieße dann durch die Trichterröhre ein wenig verdünnte Schwefelſäure in die Gasentwickelungsflaſche. Um die Schwefelſäure zu verdünnen, mußt du ſtets die Säure in das Waſſer und ja nicht das Waſſer in die Säure gießen, weil du ſonſt leicht ein Unglück haben könnteſt.

Wenn die Schwefelſäure zu der Kreide kommt, ſo tritt ſofort ein ſtarkes Aufbrauſen ein. Die Urſache deſſelben wird dir nicht unbekannt

ſein, wenn du dich erinnerſt, daß Kreide aus Kohlenſäure und Kalk beſteht und die Schwefelſäure die übrigen Säuren auszutreiben im Stande iſt. Das entweichende Gas iſt demnach Kohlenſäure, und da es durch die durch das Waſſer abgeſperrte Trichterröhre nicht entweichen kann, ſo nimmt es ſeinen Weg durch die drei gekrümmten Röhren, nach dem Gemiſch von Chlorbaryum und Ammoniak. Was ſich in der Gasentbindungsflaſche ſonſt noch bildet, kannſt du leicht denken: es kann nur eine Verbindung von Schwefelſäure und Kalk, alſo ſchwefelſaurer Kalk ſein.

Die Kohlenſäure bringt, indem ſie durch die Miſchung von Chlorbaryum oder ſalpeterſaurem Baryt und Ammoniak ſtreicht, darin einen reichlichen weißen Niederſchlag hervor, welcher aus kohlenſaurem Baryt beſteht. Haſt du ſalpeterſauren Baryt genommen, ſo verbindet ſich nämlich, während der Baryt davon von der Kohlenſäure in Beſchlag genommen wird, die Salpeterſäure deſſelben mit dem Ammoniak zu ſalpeterſaurem Ammoniak nach dem Schema:

Um dir die Zerſetzung für das Chlorbaryum klar zu machen, erinnere ich dich daran, daß wir eine Löſung von Chlorbaryum in Waſſer (ſiehe Präp. XIV) als ſalzſauren Baryt betrachten können, und dann iſt der Vorgang dem oben erklärten ganz entſprechend.

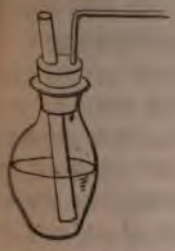
Wenn die Gasentwickelung nachläßt, ſo iſt wieder etwas verdünnte Schwefelſäure zuzuſetzen und mit der ganzen Operation ſo lange fortzufahren, bis der Niederſchlag nicht mehr zunimmt, worauf er abfiltrirt, ausgewaſchen und getrocknet wird. Aus der von demſelben getrennten Löſung kannſt du die Ammoniakverbindung durch Abdampfen gewinnen, um dich davon zu überzeugen, daß ſie wirklich entſtanden iſt.

XLIII. Du haſt nun ein ganz ähnliches Präparat in derſelben Weiſe darzuſtellen, um dich noch weiter in der Conſtruktion von Apparaten zu üben. Dabei ſollſt du eine andere Art Waſchflaſche kennen lernen, ſo wie eine eigenthümliche, recht ſinnreiche Einrichtung an der Gasentbindungsflaſche, welche zu ihrer Entleerung während der Gasentwickelung dient.

Zu der Waſchflaſche nimm eine kleine Gasentbindungsflaſche mit ziemlich weitem Halſe und bohre in den Kork derſelben zunächſt in

schräger Richtung ein solches Loch, daß eine etwas weite Glasröhre (z. B. wie Fig. 59, c) hineinpaßt; diese muß so weit sein, daß eine engere (z. B. a) mit Leichtigkeit sich hindurchschieben läßt (siehe die gleich folgende Zeichnung des ganzen Apparates), und so lang, daß sie, wenn der Kork eingepaßt ist, noch einige Linien vom Boden absteht.

Fig. 101.



Dann bringe noch eine kleine rechtwinkelig gebogene Glasröhre in demselben Korke an, fülle die Flasche zur Hälfte mit Wasser und dichte den Kork recht sorgfältig mit Kitt; die fertige Flasche wird dann die Gestalt Figur 101 zeigen. Sie ist noch unter Anbringung einer Kautschukröhre und eines Gasleitungsrohres auf vollkommenen Schluß zu prüfen.

Nun stelle noch eine zweite Waschflasche her, welche der eben beschriebenen im übrigen vollkommen ähnlich, sich von ihr nur durch die Ableitungsröhre unterscheidet. Diese ist nämlich noch in der Weise zu biegen, daß der zweite stumpfe Winkel so getroffen wird, daß, wenn die beiden Flaschen neben einander stehen, der längere Schenkel in die weitere Röhre der anderen Flasche hineinpaßt. Schneide ihn dann so ab, daß er fast deren Boden erreicht, und also unter der weiteren Röhre hervorsieht. Die gleich folgende Zeichnung des ganzen Apparates wird dir dies noch deutlicher machen. Auch diese Flasche ist zur Hälfte mit Wasser zu füllen.

Fig. 102.

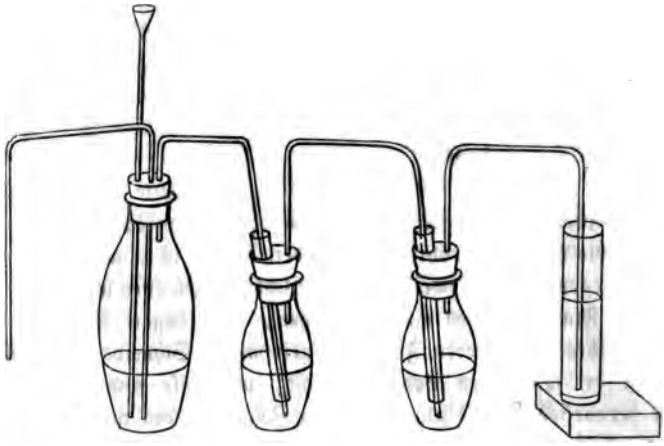
Bist du im Besitze von Wulff'schen Flaschen, so kannst du daraus diese Waschflaschen noch leichter herstellen, indem dazu jede der beiden Röhren in einer besonderen Oeffnung ihren Platz findet (Fig. 102). Flaschen, die mit solchen weiten Röhren ausgestattet sind, haben den Vorzug, daß sie stets zum Gebrauche fertig sind, und sich sehr leicht und schnell mit dem Gasentwickelungsapparat verbinden lassen, wie du gleich sehen wirst.

Zur Gasentbindung wähle eine eben solche Flasche aus, wie zum vorigen Versuche; bohre in den dazu passenden Stopfen drei Löcher, zur Aufnahme von

1) einer Trichterröhre,
2) einer Gasableitungsröhre, welche in der oben beschriebenen Weise gebogen ist, so daß, wenn das kürzere Ende im Korke steckt, das längere durch die schiefe Röhre der Waschflasche bis auf den Boden reicht, und
3) einer zweimal rechtwinkelig gebogenen Glasröhre, deren längerer Schenkel bis beinahe auf den Boden der Gasentbindungsflasche reicht.

In die Flaſche bringe einige Hände voll gröblich zerſtoßener Kreide und etwas Waſſer, kitte den Kork, wenn nöthig iſt, ſorgfältig zu und ſtecke dann die vorſtehenden ſchiefen Schenkel in die Waſchflaſchen, deren letztere mittelſt einer Glasröhre mit dem Gefäße zu verbinden iſt, in welcher die Flüſſigkeit der Einwirkung der Kohlenſäure ausgeſetzt werden ſoll (Fig. 103).

Fig. 103.



Biſt du im Beſitze einer größeren Wulff'ſchen Flaſche, ſo iſt die Einrichtung derſelben leichter; jede Röhre kommt dann in eine beſondere Oeffnung. In das Cylinderglas kommt nun eine Löſung von einem oder zwei Loth Chlorcalcium (nicht zu verwechſeln mit Chlorkalk!), vermiſcht mit Ammoniak. Dann bringe mit Waſſer verdünnte Salzſäure durch die Trichterröhre zur Kreide, und es wird eine heftige Gasentwickelung beginnen, in Folge deren die Gasblaſen durch die beiden Waſchflaſchen ſtreichen und endlich beim Durchgehen durch die oben genannte Flüſſigkeit darin einen weißen Niederſchlag bewirken.

Du wirſt dabei bemerken, daß die Flüſſigkeit in der Trichterröhre bis zu einem gewiſſen Punkte in die Höhe ſteigt, daß ſie in der erſten Waſchflaſche in dem die engere Röhre umgebenden Raume der weiteren Röhre ebenfalls ſteigt, aber etwas niedriger ſteht, und daß an der entſprechenden Stelle in der zweiten Waſchflaſche ebenfalls das Waſſer höher als in der Flaſche ſelbſt, aber noch niedriger als in der erſten Flaſche ſteht. Es rührt von folgendem Umſtande her: das ſich entwickelnde Gas — von dem du, beiläufig geſagt, gewiß ſchon längſt weißt, daß es Kohlenſäure iſt — hat beim Austritt aus der letzten Waſchflaſche den Druck der Flüſſigkeit in dem Cylinderglas zu überwinden, um austreten zu können, und drückt daher mit derſelben Kraft auch auf

die Flüssigkeit im Innern dieser Flasche; da dieselbe nun nirgends anders austreten kann, so wird sie in die oben offene Röhre hineingedrückt. Dasselbe findet in den beiden andern Flaschen statt, nur ist in der ersten Waschflasche auch noch das Wasser der zweiten und in der Gasentbindungsflasche selbst das Wasser in beiden Waschflaschen und die Flüssigkeit zu überwinden, weshalb darin die Flüssigkeit am höchsten hinaufgetrieben wird.

Wechsele einmal, um dir dieses Spiel recht deutlich zu machen, während der Gasentwickelung das letzte offene Gefäß gegen ein höheres um und gieße allmälig mehr und mehr Wasser hinein, du wirst dann bemerken, daß nach und nach die Höhe der Flüssigkeit in den verschiedenen Röhren steigt, bis sie endlich, wenn die Höhe des absperrenden Wassers hinreichend groß geworden ist, aus der Röhre der ersten Waschflasche überzulaufen anfängt. Auf diese Weise kann man sehr leicht das Waschwasser erneuern. Stelle zu diesem Behufe die Waschflaschen in zwei Schalen und verschließe die letzte Gasentwickelungsröhre mit dem Finger. Sehr bald wird das Waschwasser der ersten Waschflasche ausgelaufen sein; nun schalte diese aus dem Apparate aus, was sehr leicht durch Herausziehen jeder Flasche aus der folgenden geschieht, und stecke die Gasleitungsröhre der großen Flasche direkt in die weite Röhre der zweiten Waschflasche. Beim Verschließen der letzten Röhre wird sehr bald auch diese Waschflasche ausgeleert sein.

Das Füllen der beiden Waschflaschen geschieht wieder einfach durch die weiten Röhren, auf welche zweckmäßig ein kleiner Trichter gesetzt wird.

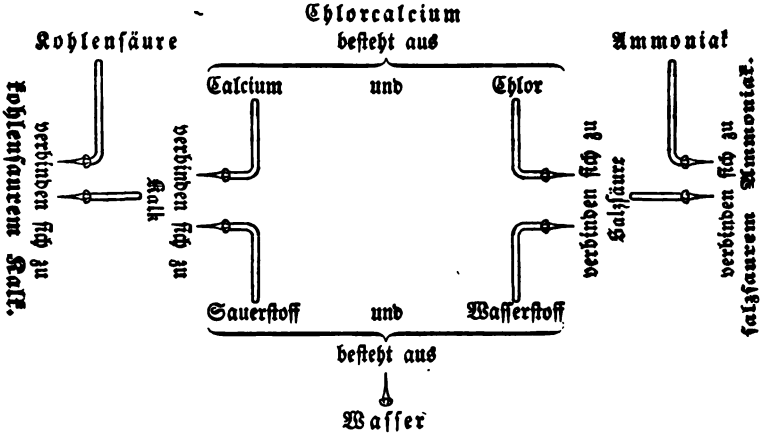
Wenn der Apparat eine Zeit lang im Gange gewesen ist, so wird durch das Zusetzen von Salzsäure nach und nach die Flüssigkeit in der Gasentwickelungsflasche so sehr zugenommen haben, daß es zweckmäßig ist, dieselbe auszuleeren; dies geschieht in ähnlicher Weise wie vorhin: nimm die große Flasche aus der folgenden heraus und verschließe die Ableitungsröhre mit dem Finger; die Flüssigkeit wird in den beiden anderen Röhren allmälig höher steigen, bis sie endlich aus der kürzeren, nämlich der doppelt gebogenen ausfließt, weshalb ein Gefäß zu ihrer Aufnahme bereit stehen muß.

Hast du vielleicht — etwa um den früher construirten Apparat zu benutzen — in dem Gasableitungsrohr dieser Flasche eine Kautschukröhre angebracht, so kannst du auch den ganzen Apparat stehen lassen und während er im Gange ist, durch Zusammendrücken dieser Röhre das Ausfließen des Inhaltes bewirken.

Was die bei dieser Operation vorkommenden chemischen Vorgänge betrifft, so bedürfen dieselben eigentlich kaum der Erklärung, da sie denen, welche dem letzten Präparate — dem kohlensauren

Baryt — zu Grunde lagen, ganz entſprechend ſind; allein ich will dieſe Gelegenheit benutzen, um in deine Begriffe etwas mehr Genauigkeit zu bringen, als bisher. Die aus der Kreide mittelſt Salzſäure entwickelte und durch das Waſchwaſſer von mit fortgeriſſener Flüſſigkeit befreite Kohlenſäure zerſetzt, wie leicht zu denken, die Miſchung von Chlorcalcium und Ammoniak unter Bildung von kohlenſaurem Kalk; dabei entſteht zugleich ſalzſaures Ammoniak oder Salmiak.

Um dir dieſen Vorgang verſtändlich zu machen, erinnere ich dich an das im 16. Brief Mitgetheilte: So wie der Baryt aus Baryum und Sauerſtoff, ſo beſteht der Kalk aus Calcium und Sauerſtoff. Daß die Salzſäure aus Chlor und Waſſerſtoff beſteht, weißt du ebenfalls noch, ſo wie du vielleicht noch daran denkſt, daß Waſſer aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff beſteht. Nun tritt, wenn Waſſer, Kohlenſäure, Chlorcalcium und Ammoniak zuſammenkommen, der Sauerſtoff des Waſſers an das Calcium des Chlorcalciums, um damit Kalk zu bilden, welcher ſich alsdann mit der hinzugekommenen Kohlenſäure zu kohlenſaurem Kalk vereinigt. Dadurch wird das Chlor des Chlorcalciums und der Waſſerſtoff des Waſſers frei und zwar genau in demjenigen Verhältniſſe, in welchem ſie ſich zu Salzſäure verbinden müſſen. Die gebildete Salzſäure tritt dann an das Ammoniak, welches zu dieſem Ende zugeſetzt worden und es entſteht ſalzſaures Ammoniak, gewöhnlich Salmiak genannt. Das Schema dieſes Vorganges iſt folgendes:



Der erhaltene kohlenſaure Kalk wird ſchließlich, wenn der Niederſchlag nicht mehr zunimmt, abfiltrirt, wiederholt ausgewaſchen, wohl getrocknet und als „reiner kohlenſaurer Kalk" aufbewahrt. Im nächſten Briefe fahre ich mit der Anweiſung zu ähnlichen Arbeiten fort.

23. Brief.

Fortſetzung der Gasentwickelungen. Abänderung der Apparate. — Darſtellung von Bleiweiß. Apparat zur Entwickelung von Schwefelwaſſerſtoff; Darſtellung von Schwefelantimon.

XLIV. Einen der Apparate, welche du bisher zur Entwickelung der Kohlenſäure benutzt haſt, kannſt du auch noch gebrauchen, um ein anderes Präparat darzuſtellen. Es iſt dieſes jedoch nicht durchaus nöthig, und nur wenn du Zeit übrig und Luſt haſt, eine möglichſt große Uebung in dieſen Manipulationen zu erlangen, wirſt du dieſe Arbeit vorzunehmen haben.

Den früher gebrauchten Apparat reinige in allen ſeinen Theilen und ſiehe ſämmtliche Korke in Bezug auf ihre Dichtigkeit ſorgfältig nach. Beſſer noch du ſetzeſt einen neuen Apparat zuſammen, indem du dabei eine oder die andere Abänderung vornimmſt. So z. B. wenn du neulich Wulff'ſche Flaſchen angewandt haſt, ſo nimm dieſes Mal gewöhnliche weite Flaſchen und laſſe in dieſen die weiten auf den Boden gehenden Glasröhren weg, an deren Stelle du feſt angebrachte gewöhnliche Röhren ſetzen wirſt. In dieſem Falle iſt es aber durchaus nöthig, die einzelnen Flaſchen mit Kautſchukröhren zu verbinden, damit dem Apparate eine gewiſſe Beweglichkeit nicht abgehe, ohne welche er bei einem zufälligen Stoß leicht zertrümmert werden könnte, was ſogar ſchon beim Zuſammenſetzen leicht geſchehen würde.

Einige Abänderung würden auch diejenigen Wulff'ſchen Flaſchen bedingen, die (ſ. Fig. 70) mit ſchief angeſetzten Hälſen verſehen ſind; willſt du ſolche gebrauchen, ſo ſiehſt du ſchon ſelbſt, daß die einzuſetzende weite Glasröhre in gerader Richtung durch den Kork gehen muß, die andere engere Ableitungsröhre aber in einen ſtumpfen Winkel umgebogen ſein muß. Im Falle du den Apparat nur mit engen Röhren conſtruirſt, iſt diejenige, welche das Gas in die Waſchflaſche führt, erſt

unter einem ſtumpfen Winkel zu biegen, dann in den betreffenden Kork ei zupaſſen und endlich an der anderen Seite gleichfalls unter einem ſtumpfe Winkel zu biegen, ſo daß, wenn der Kork in dem Flaſchenhal ſteckt, der eine Schenkel der Röhre horizontal, der andere vertikal ſteh und den Boden der Flaſche beinahe berührt. Bei nächſter Gelegenheit wenn ich dir wieder einen Apparat zeichne, will ich eine ſolche Waſch flaſche aufnehmen, wo du dich dann überzeugen kannſt, ob du mich richtig verſtanden haſt.

Das Präparat, welches ich dir noch zur Darſtellung empfehlen kann, iſt Bleiweiß. Dazu haſt du in einer Löſung von Bleizucker (ſ. Brief 15) noch ſo viel Bleiglätte (Bleioxyd) aufzulöſen, als ſich füglich darin bei einigem Erwärmen auflöſen will. Auf 1 Theil kryſtalliſirten Bleizucker werden 1½ Theil Bleiglätte, die dazu fein zerrieben ſein muß, die richtige Menge ſein; bei der Auflöſung muß möglichſt die Luft abgehalten werden, weshalb ſie am beſten in einem Kolben vorgenommen wird.

Die recht raſch — alſo durch ein Faltenfilter, oder durch ein Filter mit Glasſtäben — filtrirte Flüſſigkeit kommt dann in ein hohes Glas. Beim Hindurchleiten von Kohlenſäure wird ſogleich ein weißer Niederſchlag entſtehen, der, wenn er nicht mehr zunimmt, abzufiltriren, mit etwas Regenwaſſer auszuwaſchen und zu trocknen iſt. Er beſteht aus kohlenſaurem Bleioxyd, und hat den Namen Bleiweiß erhalten. Auch im Großen wird er häufig nach dieſer Methode fabrizirt. Die von dem Niederſchlag abfiltrirte Flüſſigkeit dampfe ein und laſſe ſie dann erkalten; du wirſt daraus wieder Kryſtalle von eſſigſaurem Bleioxyd erhalten, alſo wieder Bleizucker, denn dieſer iſt durch die Kohlenſäure wenig verändert worden, die nur das dem Bleizucker zugeſetzte Bleioxyd niedergeſchlagen hat.

Ich brauche wohl kaum dich zur Vorſicht beim Umgange mit allen dieſen Bleiverbindungen zu ermahnen: du weißt wohl, daß ſie alle ſehr giftig ſind.

Bald ſchließen wir auch dieſe Präparatenreihe ab und damit den ganzen vorbereitenden Curſus; nur noch einen oder den andern Stoff wollen wir darſtellen, damit du die Herſtellung und den Gebrauch möglichſt verſchiedener Apparate dir zu eigen machſt.

XLV. Dieſes Mal ſollſt du zur Gasentwickelung eine tubulirte Retorte wählen, in deren Tubus eine der Fig. 97 abgebildeten Sicherheitsröhren mittelſt eines Korkes ſorgfältig eingepaßt wird. Dieſelbe darf aber nicht tief in die Retorte hineinreichen (ſ. die nachſtehende Figur) und nicht mit Lutum gedichtet ſein. In die Retorte kommt Schwefeleiſen (Präp. XXII.) in Stücken von Erbſengröße und etwas Waſſer; ſie wird in Verbindung geſetzt mit einer Waſchflaſche von irgend einer der

beschriebenen Arten, wovon ich dir dieses Mal diejenige hierher zeichne, bei welcher eine Wulff'sche Flasche mit schief angesetzten Hälsen gewählt worden. Dazu gehört endlich ein Gasableitungsrohr und ein Cylinderglas. Die Retorte wirst du am einfachsten auf einen kleinen Ofen mit Triangel stellen und sie darauf mittelst einiger Drähte, oder mittelst des Retortenhalters so feststellen, wie es die beistehende Figur

Fig. 104.

zeigt. Sie braucht im Laufe der Operation indessen nicht erhitzt zu werden. Ist der ganze Apparat fertig aufgestellt, so verschließe das Sicherheitsrohr durch Eingießen von etwas Wasser, tauche das Gasableitungsrohr in ein Schälchen mit Wasser und mache eine recht sorgfältige Probe auf die vollkommene Dichtigkeit des Apparates durch Erwärmen der Retorte mit der Hand. Es müssen dadurch Gasblasen durch das Waschwasser und durch das Sperrwasser austreten und zwar durch letzteres genau eben so viel — dem Volum nach — wie durch ersteres. Unter keiner Bedingung ist der Versuch eher zu beginnen, als bis diese Probe mit gutem Erfolge gemacht worden. Wenn die Blasen nicht sofort erscheinen, oder vor ihrem Austritt ein Zucken zeigen, verbunden mit einem allmäligen Zurücktreten des Sperrwassers in das Rohr, so ist dies schon ein Zeichen des unvollkommenen Verschlusses; es müssen dann alle Verbindungen sorgfältig untersucht und verbessert werden und der Versuch darf erst dann beginnen, wenn das Niedersteigen der Luft in beiden Glasröhren gleich beim Auflegen der Hände allmälig beginnt und sich ohne Unterbrechung oder Zuckung bis zum regelmäßigen Entweichen einiger Blasen fortsetzt. Nach dem erfolgten Abkühlen der Retorte durch Entfernung der Hände muß bei vollkommenem Verschlusse das Wasser innerhalb der Röhre so hoch steigen, daß es sich höher stellt als das Wasser außerhalb derselben. Ich wiederhole, daß

du mit der größten Aengſtlichkeit auf alles dieſes zu achten haſt, indem die geringſte Nichtbeachtung nicht allein einen gänzlich verfehlten Verſuch, ſondern ſogar durch Entweichen von ſchädlichen Gaſen auch Unannehmlichkeiten für dich zur Folge haben würde.

Die Flüſſigkeit, durch welche du dieſes Mal den Gasſtrom zu leiten haben wirſt, mußt du erſt ſelbſt darſtellen, und zwar folgendermaßen: In eine Schale bringe einige Loth feingepulvertes Schwefelantimon (Antimonium crudum des Handels) und übergieße daſſelbe mit Salzſäure. Setze darauf das Ganze im Freien einer gelinden Hitze entweder einiger glühender Kohlen oder der Lampe mit doppeltem Luftzuge aus. Es wird ſich alsbald ein äußerſt übelriechendes, höchſt giftiges Gas entwickeln, deſſen du dich noch von der Probe her erinnern wirſt, die du auf die Güte des Schwefeleiſens (Brief 11) anſtelltеſt. Das Schwefelantimon verſchwindet allmälig und geht als Chlorantimon in die Flüſſigkeit über. Wenn die Gasentwickelung aufhört und das Schwefelantimon faſt ganz verbraucht iſt, wirſt du die Flüſſigkeit in ein hohes Glas zu filtriren haben, wodurch der Strom des zu entwickelnden Gaſes gehen ſoll.

Dieſes iſt wieder Schwefelwaſſerſtoff, der aus dem Chlorantimon das Schwefelantimon wieder herſtellen ſoll. Derſelbe wird aber nicht aus Schwefelantimon, ſondern aus Schwefeleiſen entwickelt, weil dieſe Operation weit leichter von ſtatten geht. Zu dieſem Zwecke bringe etwas Schwefelſäure durch den geöffneten Tubus in die Retorte und verſchließe dieſe dann mit dem Kork und Sicherheitsrohr, in welches endlich ſo viel Waſſer gegoſſen wird, wie es obige Figur zeigt. Hierdurch wird die Oeffnung der Röhre in dem Glaſe abgeſperrt und das entwickelte Gas nimmt ſeinen Lauf durch das Waſchwaſſer in das Chlorantimon, in welchem du ſofort einen ſchön hellrothen Niederſchlag erſcheinen ſehen wirſt.

Sollte die Gasentwickelung nicht gleich nach dem Zuſatze von Schwefelſäure anfangen, ſo beweiſt dies, wie ich dir ſchon in Brief 11 ſagte, einen Fehler in der Darſtellung des Schwefeleiſens. Du kannſt dann beſtimmt die Entwickelung durch ein Paar glühende Kohlen, die du in den Ofen legſt, in Gang bringen, doch iſt ſtarke Erhitzung zu vermeiden. Du wirſt nun bemerken, daß das Sperrwaſſer in der Trichterröhre ſo hoch ſteigt, daß ſeine Höhe der des Waſchwaſſers und der Chlorantimonlöſung zuſammengenommen gleich kommt. Es iſt dies ganz natürlich, denn mit derſelben Kraft, mit welcher das ſich entwickelnde Gas den Druck dieſer beiden Flüſſigkeiten überwindet, muß es auch gegen das Sperrwaſſer der Sicherheitsröhre und alſo dieſe in die Höhe treiben. Ueberdies wirſt du auch finden, daß wenn nicht Waſſer genug in derſelben enthalten iſt, es hinausgeſchleudert wird, worauf das

Gas durch dieſe Röhre und nicht durch den Apparat entweicht. In dieſem Falle haſt du noch etwas Waſſer durch die Trichterröhre nachzugießen, oder die Höhe der Chlorantimonlöſung durch Umgießen in ein flacheres Gefäß zu vermindern. Auch kann man ſich dadurch helfen, daß man zum Abſperren in der Sicherheitsröhre eine ſchwerere Flüſſigkeit wählt. Da du nach einer früheren Angabe die Korke mit Guttapercha überzogen haſt, ſo kannſt du dazu Schwefelſäure nehmen, welche weit ſchwerer als Waſſer iſt, und wovon alſo eine niedrigere Schicht ausreichen wird, um den Druck des Gaſes zu überwinden.

Dadurch gewinnſt du noch den Vortheil, daß wenn die Gasentwickelung nachläßt, du nur etwas Schwefelſäure in die Trichterröhre zu gießen brauchſt, um eben ſo viel in die Retorte fließen zu ſehen; es ſinkt nämlich dann ſchon von ſelbſt die Flüſſigkeit des langen Rohres in das Fläſchchen nieder, ſo daß es dann nur eines geringen Zuſatzes bedarf, um etwas davon in die Retorte zu drängen. Sollte das Sinken der Flüſſigkeit nicht zeitig genug ſtattfinden, ſo kann es durch theilweiſes Herausziehen der letzten Ableitungsröhre aus ihrer Flüſſigkeit nach Willkür bewirkt werden.

Den ganzen Apparat ſtelle entweder unter deinem Kaminmantel oder im Freien auf, oder leite wenigſtens das letzte Rohr durch's Fenſter und ſtelle die Chlorantimonlöſung vor daſſelbe. Ich brauche wohl weiter keine Erklärungen mehr zuzufügen: du wirſt ſchon ſelbſt ſo viel Uebung und Umſicht erlangt haben, daß du den ganzen Proceß zu Ende leiten kannſt. Er iſt nämlich abgeſchloſſen, ſobald der rothe Niederſchlag ſich nicht weiter vermehrt. Die Gasentwickelung darf während des ganzen Verlaufes nur eine langſame und möglichſt gleichmäßige ſein; es darf nicht ſo viel Säure zugeſetzt werden, daß die Blaſen ſtürmiſch und in Menge entweichen, ſondern ſie müſſen in möglichſt gleichen Zwiſchenräumen nicht zu raſch aufeinander folgen. Sollte durch Zugießen von Schwefelſäure und Waſſer und gelindes Erhitzen die nachlaſſende Gasentwickelung nicht mehr erneuert werden können, ſo iſt dies ein Beweis, daß das vorhandene Schwefeleiſen verbraucht iſt. Eine neue Quantität davon ſoll aber nicht eher in die Retorte gebracht werden, als bis dieſe gereinigt worden, eine Operation, die jedoch nur im Freien — an einer Pumpe — geſchehen darf, wie ich dir denn überhaupt wiederhole, daß du dich bei dem ganzen Verſuche mit der größten Sorgfalt vor dem Einathmen des giftigen Schwefelwaſſerſtoffgaſes zu hüten haſt. Wenn du alle Vorſichtsmaßregeln, die ich dir bisher angegeben habe, pünktlich befolgt haſt, ſo haſt du nichts zu fürchten, denn die geringen Mengen, denen du alsdann begegnen wirſt, werden durchaus keinen Nachtheil haben können. Du ſollteſt indeſſen ſtets das Gegengift in Bereitſchaft haben, damit, wenn durch irgend einen Unfall größere

Mengen Schwefelwaſſerſtoff in die Zimmerluft träten, du ihrer Einwirkung nicht zu ſehr ausgeſetzt ſeieſt. Zu dieſem Zwecke brauchſt du nur auf etwas Chlorkalk, der in einer Schale bereit ſtehen muß, etwas verdünnte Salzſäure zu gießen. Es entwickelt ſich dann ein höchſt übelriechendes Gas, das Chlor, welches eben ſo giftig iſt, wie das Schwefelwaſſerſtoffgas, und vor deſſen Einathmung du dich alſo ebenſo zu hüten haben wirſt. Auf einander aber üben beide Gaſe eine ſolche Wirkung aus, daß das eine die des andern zerſtört und ſomit das eine als Gegengift des anderen benutzt werden kann.

Den Niederſchlag vom Schwefelantimon filtrire nach Beendigung des Verſuches ab, waſche ihn aus und trockene ihn langſam. Er hat dieſelbe Zuſammenſetzung, wie das urſprünglich angewandte metalliſchgraue Schwefelantimon; ſein davon ganz verſchiedenes Anſehen verdankt es dem Umſtande, daß es durchaus unkryſtalliniſch iſt, während das natürlich vorkommende mehr oder weniger deutlich kryſtalliſirt iſt.

Der Geruch, welcher während des Abfiltrirens und Auswaſchens dieſes Niederſchlages dein Zimmer erfüllen wird, iſt zwar keineswegs angenehm, aber durchaus unſchädlich, da er nur von ſehr geringen Mengen des Gaſes herrührt, welches ſich ſchon in der kleinſten Quantität durch ſeinen höchſt intenſiven Geruch bemerklich macht. Indeſſen kannſt du dieſe Operation auch ſehr zweckmäßig auf dem Tiſche vor deinem Fenſter vornehmen.

Das nächſte Mal ſchicke ich dir den letzten Brief dieſer Abtheilung mit den letzten Präparatendarſtellungen.

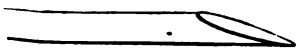
24. Brief.

Entwickelung von ſchwefliger Säure zur Darſtellung von Chromalaun. Genaue Erklärung und Gewichtsverhältniſſe der Entſtehung von Schwefelantimon. Lackmuspapier. Aufſtellung der Materialien und Präparate. Schluß des vorbereitenden Theils.

Zum Schluſſe dieſer Reihe von Mittheilungen, durch welche du in der Ausübung von Manipulationen die nöthige Fertigkeit erlangen ſollteſt, möge hier noch die Anleitung zur Darſtellung eines Präparates folgen, bei welchem ein etwas von dem früheren abweichender Apparat vorkommen ſoll.

XLVI. Fülle eine ziemlich geräumige Retorte ohne Tubus zur Hälfte mit Holzkohlenſtücken und gieße dann mittelſt des Retortentrichters ſo viel Schwefelſäure hinein, daß dieſelben davon ganz durchdrungen werden.

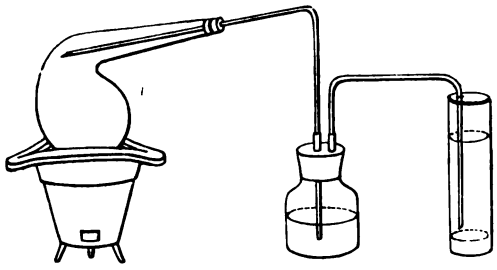
Fig. 105.



Nun nimm eine etwas weite Glasröhre, ſpitze ſie an einem Ende durch Abſchleifen auf einem Steine mit Waſſer und Sand zu (Fig. 105), biege ſie in einen etwas ſpitzen Winkel etwa 3″ vom Ende um, und dichte dieſelbe mit Sorgfalt in der Oeffnung der Retorte ſo ein, daß die Spitze bis in den Bauch der Retorte hineinragt (ſ. die nachſtehende Figur). Nun wird die Retorte ſo auf den Ofen geſtellt, daß die Röhre ſchief nach oben ſieht und der umgebogene kürzere Schenkel ſenkrecht nach unten ſteht. Dieſe Richtung der Retorte muß auf irgend eine Weiſe, entweder durch Sand im Sandbad, oder durch einen Retortenhalter, oder auch nur durch zweckmäßiges Aufſtellen auf dem Triangel bewerkſtelligt werden. Der abſteigende Schenkel der Röhre iſt nunmehr mittelſt einer Gummiröhre mit einer in einer Waſchflaſche befindlichen Röhre zu verbinden, und der ganze Apparat wie folgt herzurichten. Ich zeichne die Waſchflaſche der

Abwechſelung wegen mit einem der früher beſchriebenen Gummihütchen (Fig. 106); es verſteht ſich von ſelbſt, daß du in Ermangelung deſſelben einen Kork nehmen wirſt.

Fig. 106.

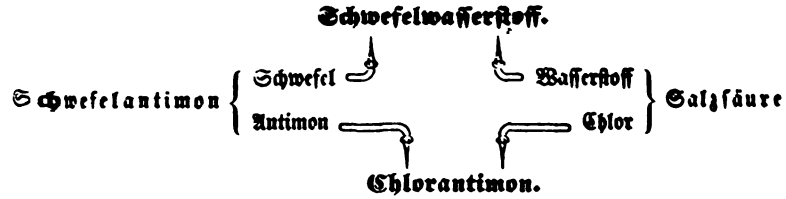


Zu bemerken iſt noch, daß nur wenig Waſſer in der Waſchflaſche befindlich ſein darf und daß der Apparat ſo aufgeſtellt werden muß, daß das überſchüſſige Gas in's Freie entweicht.

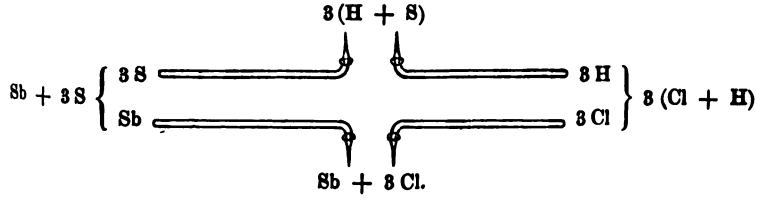
Das ſich aus der Retorte beim Erhitzen mittelſt glühender Kohle entwickelnde Gas wird durch eine mit etwas Schwefelſäure verſetzte Löſung von ſaurem chromſaurem Kali (ſ. Brief 7) geleitet. Du wirſt dabei bemerken, daß die Farbe derſelben ſich allmälig in Grün oder Violett umändert. Es geht dieſelbe nämlich in Chromalaun über, der, wenn die Farbe nicht weiter ſich verändert, durch langſames Abdampfen in Kryſtallgeſtalt erhalten werden kann. Ich rathe dir, den Verſuch nur mit einer kleinen Menge chromſauren Kali's vorzunehmen, und lieber das nach Beendigung deſſelben ſich noch entwickelnde Gas in reinem Waſſer aufzufangen. So erhältſt du eine Löſung von „ſchwefliger Säure“, die du ſpäter einmal brauchen wirſt. Die Zerſetzung, in Folge deren ſich dieſes Gas entwickelt, will ich heute nicht näher erläutern; wir kommen ſpäter darauf zurück; du wirſt aber leicht bemerkt haben, daß es einen ſehr erſtickenden Geruch beſitzt, gleich dem, welcher ſich beim Verbrennen des Schwefels zeigt, und in der That iſt es daſſelbe Gas, welches in beiden Fällen gebildet wird.

Wenn ich nun die Proceſſe, welche heute unter deinen Augen vorgegangen ſind, nicht ſpeziell erklären kann, ſo will ich dagegen noch die Erklärung der in meinem letzten Briefe beſchriebenen Entſtehung von Schwefelantimon nachholen.

Ich muß dazu zunächſt vorausſchicken, daß die Salzſäure aus zwei einfachen Körpern, dem Chlor und dem Waſſerſtoff beſteht, weshalb ihr Name auch Chlorwaſſerſtoffſäure iſt. Wenn dieſelbe in der Wärme mit Schwefelantimon zuſammenkommt, ſo ordnen ſich die vier anweſenden Stoffe anders: das Chlor geht zum Antimon, und der mit dieſem verbunden geweſene Schwefel vereinigt ſich mit dem Waſſerſtoff zu dem übelriechenden und als Gas entweichenden Schwefelwaſſerſtoff. Das Chlorantimon bleibt in Löſung.



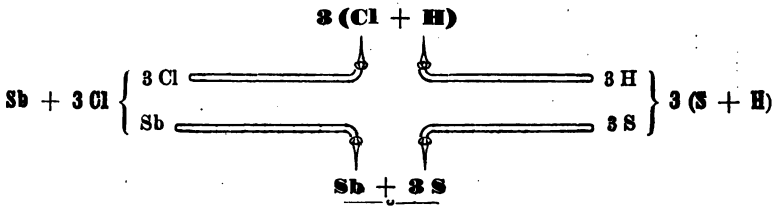
Es stehen bei diesem Vorgang, wie ich dir dies auch schon in anderen Fällen angegeben, und wie es überhaupt bei allen chemischen Vorgängen geschieht, die zersetzten und die zersetzenden Körper in einem ganz bestimmten Verhältnisse. Es werden nämlich zur Zersetzung von 177 Gewichtstheilen genau 109,5 Gewichtstheile Salzsäure verbraucht, und dabei genau 235,5 Gewichtstheile Chlorantimon und 51 Gewichtstheile Schwefelwasserstoff erzeugt. Die 117 Theile Schwefelantimon bestehen aus 129 Theilen Antimon und 3 . 16 = 48 Theilen Schwefel, die 109,5 Gewichtstheile Salzsäure aus 3 . 35,5 Theilen Chlor und 3 . 1 Theilen Wasserstoff. Es vereinigen sich dann die 129 Theile Antimon mit den 3 . 35,5 Theilen Chlor und die 3 . 16 Theile Schwefel mit den 3 Theilen Wasserstoff. So entstehen die oben angegebenen Mengen der betreffenden neuen Verbindungen. Wenn ich daher 129 Theile Antimon mit Sb (aus dem lateinischen Stibium) bezeichne, so wie 16 Gewichtstheile Schwefel mit S, 35,5 Theile Chlor mit Cl und 1 Gewichtsheil Wasserstoff mit H (aus dem lateinischen Hydrogenium), so läßt sich obige Zersetzung nebst den dabei vorkommenden Gewichtsverhältnissen folgendermaßen darstellen:



Du wirst leicht bemerken, daß man den Vorgang auch so auffassen kann, daß in dem Schwefelantimon die 3 . 16 = 48 Gewichtstheile Schwefel vertreten und ersetzt werden durch die 3 . 35,5 = 106,5 Gewichtstheile Chlor wodurch Chlorantimon entsteht, und daß ebenso in der Salzsäure die genannte Menge Chlor durch die entsprechende Menge Schwefel vertreten wird, unter Bildung von Schwefelwasserstoff. Demnach sind 3 . 35,5 Gewichtstheile Chlor *äquivalent* mit 3 . 16 Gewichtstheilen Schwefel, oder 35,5 Theile Chlor sind *äquivalent* mit 16 Theilen Schwefel. In der That zeigen diese Zahlen das Verhältniß an, in welchem sich unter allen Umständen Chlor und Schwefel ersetzen. Später

wirſt du hören, daß es daſſelbe Verhältniß iſt, in dem ſich dieſe beiden Körper mit einander verbinden (1).

Wenn nun ſpäter beim Einleiten des Schwefelwaſſerſtoffes in die Löſung des Chlorantimons wieder Schwefelantimon entſteht, ſo kannſt du dir wohl leicht vorſtellen, daß hierbei gerade der umgekehrte Proceß ſtattfindet. Ich will ihn daher, da obige Gewichtsmengen wieder vorkommen, gleich mit jenen Formeln hier andeuten:



Die Quantität des erhaltenen Schwefelantimons muß daher der urſprünglich angewandten gerade gleichkommen, und man findet es bei genauen Verſuchen auch ſo, wenn man auf die in dieſem rothen Niederſchlag enthaltene Menge Waſſer Rückſicht nimmt.

Weitere Erörterungen dieſer Verhältniſſe und Erſcheinungen werde ich dir in der zweiten Abtheilung meiner Briefe geben, in welcher ich dir eine Anleitung ſenden werde, die wichtigſten der einfachen und zuſammengeſetzten Körper kennen zu lernen und ihre Eigenſchaften zu ſtudiren. Heute will ich dir nur noch die Vorſchrift zur Darſtellung von blau und roth gefärbtem Papier geben, deſſen du in der Folge ſehr vielfach bedürfen wirſt.

Mache aus einigen Loth Lackmus — einer blauen, im Handel in kleinen Stückchen vorkommenden Farbe — und Waſſer eine dunkelblaue Löſung, filtrire dieſelbe und theile ſie in zwei Theile. In die eine gieße einige Tropfen verdünnte Schwefelſäure. Die Farbe wird ſich in ein ſchönes Roth verwandeln; nun gieße von der zurückgeſtellten blauen behutſam ſo viel zu der rothen Flüſſigkeit, daß dieſe nur eben noch roth bleibt und ſchon durch einen weiteren Zuſatz von einigen Tropfen blau werden würde. (Sollteſt du ſo viel Säure zugegoſſen haben, daß die zurückgeſtellte blaue Löſung hierzu nicht ausreichte, ſo kannſt du daſſelbe durch eine verdünnte Löſung von etwas Soda oder kohlenſaurem Kali bewirken.) Nun bringe die eben nur noch rothe Lackmustinktur in eine flache Schale, ſchneide einen Bogen Fließpapier in Streifen von 3″ Breite und ziehe dieſelben durch die Flüſſigkeit; endlich hänge ſie

(1) Es laſſen ſich indeſſen dieſe Verhältniſſe durch den obigen Verſuch nicht gut nachweiſen, weil die gewöhnliche Salzſäure eine Auflöſung des Chlorwaſſerſtoffs in einer wechſelnden Menge Waſſer iſt.

auf einen ausgespannten Bindfaden und lasse sie trocknen. Dieses rothe Lackmuspapier muß recht schön roth erscheinen, sonst mußt du das Durchziehen noch einmal wiederholen, um es stärker zu färben. Es muß so empfindlich sein, daß ein Tropfen Potaschenlösung in einem Glase Wasser ein Stückchen dieses Papiers schon blau färbt.

Um blaues Papier zu erhalten, wird der rothen Lösung noch etwas mehr von der blauen, oder in Ermangelung derselben einige Tropfen Potaschenlösung zugesetzt, bis sie eben blau geworden, und hiermit in derselben Weise, wie eben gesagt, Papier gefärbt. Dieses blaue Papier muß so empfindlich sein, daß ein schmales Streifchen davon in ein Glas Wasser getaucht, worein ein Tropfen Salz- oder Schwefelsäure gegossen worden, seine Farbe in Roth umändert.

Von jedem dieser „Reagenzpapiere“ schneide nach dem Trocknen ein Stück in ganz schmale Streifchen und bewahre diese in besonderen Pappkästchen zum Gebrauche auf.

Somit magst du diesen ersten einleitenden Cursus beschließen, um nächstens, dadurch vorbereitet, und zu allen vorkommenden Experimenten gerüstet, das eigentliche Studium der Chemie zu beginnen. Benutze die Zeit bis zu meinem nächsten Briefe zum Räumen, Ordnen und Putzen deines ganzen Apparates und Arbeitszimmers. Um dich bei dieser Arbeit zu unterstützen, lasse ich hier eine geordnete Liste aller derjenigen Stoffe folgen, welche du theils durch ihre Darstellung, theils durch ihre Benutzung zur Darstellung anderer kennen gelernt hast und in größerer oder geringerer Menge besitzen wirst. Du thust wohl, sie nach der Ordnung aufzustellen, in welcher ich sie hier nennen will:

Jod; Schwefel; Schwefelkrystalle.

Salzsäure; Schwefelsäure; Salpetersäure; Essigsäure; Weinsäure; Borsäure.

Ammoniak.

Salmiak; kohlensaures Ammon.

Potasche; schwefelsaures Kali; Salpeter; essigsaures Kali; gelbes chromsaures Kali; rothes chromsaures Kali; Weinstein.

Kochsalz; Soda; phosphorsaures Natron; Borax; Boraxglas.

Barythydrat; Barytwasser; kohlensaurer Baryt; Chlorbaryum; Schwefelbaryum; Schwerspath.

Chlorcalcium; kohlensaurer Kalk; Kreide.

Strontianit; salpetersaurer Strontian.

Weiße Magneſia; kohlenſaure Magneſia; ſchwefelſaure Magneſia.
Alaun.
Chromoxyd; Chromoxydhydrat; Chromalaun.
Eiſen; Eiſenoxyd; Schwefeleiſen; ſchwefelſaures Eiſenoxyd; Eiſenvitriol.
Metalliſches Kupfer; Kupfervitriol; eſſigſaures Kupferoxyd.
Blei; reines Blei; Bleiglätte; Bleizucker; Bleiweiß; chromſaures Bleioxyd; Chromroth; ſchwefelſaures Bleioxyd.
Antimonmetall, Antimonoxyd; Schwefelantimon.
Zinn.
Wismuth; Roſe's Metall.
Jodqueckſilber.

Benzoë; Benzoëſäure.
Indigo.
Lackmus.

Chemiſches Laboratorium.

Chemiſches Laboratorium.

Anleitung

zum

Selbſtunterrichte in der Chemie

von

Dr. Karl Stammer.

Zweiter Theil.

Gießen, 1857.
J. Ricker'ſche Buchhandlung.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1911 L

Vorwort zum zweiten und dritten Theile.

Ein Blick auf das Inhaltsverzeichniß wird es rechtfertigen, daß ich auch diesem zweiten Theil einige erläuternde Worte vorausschicke: der von dem gewöhnlich eingeschlagenen ganz abweichende Gang bedarf einer kurzen Erklärung. Es zielte nämlich der Unterricht im ersten Theile zwar hauptsächlich auf praktische Vorbereitung, und die dort erworbenen Kenntnisse sollen den Lernenden namentlich zum Selbstexperimentiren für alle späteren Fälle befähigen, allein es ergab sich die Erwerbung von mancherlei speciellen Kenntnissen als ein weiterer Vortheil, obwohl nicht von solcher Bedeutung, daß dadurch die Anwendung eines jeden beliebigen Ganges gleich vortheilhaft geworden wäre.

Ferner möchte ich auf Folgendes aufmerksam machen: Es ist eine oft ausgesprochene, aber auch oft und mit Recht bestrittene Ansicht, daß ein und dasselbe Lehrbuch zugleich zum Selbstunterricht und zum Schulgebrauch dienen könne. Dies mag wohl für ganz besondere Zweige einer ihrer Hauptsache nach schon erfaßten Wissenschaft, für Aufgabensammlungen, Karten und ähnliche Werke seine Richtigkeit haben; für ein Lehrbuch irgend eines Faches aber muß es von vorn herein ein ungünstiges Urtheil erwecken, wenn der Titel dasselbe als gleichzeitig für den Selbstunterricht und für den Schulgebrauch geschrieben bezeichnet. Die Methode muß für diese beiden Fälle so wesentlich verschieden sein, daß es nur eine mangelhafte Auffassung von Seiten des Verfassers bekunden kann, wenn diese beiden Zwecke gleichzeitig im Auge

behalten werden sollen. Eins von beiden, oder beide müssen nothwendigerweise verfehlt werden.

Bei dem vorliegenden Werke dagegen habe ich ganz allein die Brauchbarkeit für den Selbstunterricht im Auge behalten. Wenn ich diesen leitenden Gedanken in dem Vorwort zum ersten Theile bei dem eigenthümlichen Inhalte desselben nur zu erwähnen brauchte, so scheint es mir bei diesem zweiten und dritten Theile, die ja das Gebiet der unorganischen Chemie fast ganz umfassen, nöthig, mit Nachdruck darauf hinzuweisen, daß das Buch zum Schulunterricht **nicht** bestimmt ist.

Es sind in vielen Fällen schon so sonderbare Mißgriffe geschehen und Bücher in Schulen benutzt worden, die zu nichts weniger paßten, daß es wohl gerechtfertigt erscheint, wenn ich über diesen Punkt einige Worte gesagt habe.

Durch Festhalten an dieser Ansicht ist es aber möglich gewesen, den Stoff auf ganz andere Weise einzutheilen, als es gewöhnlich zu geschehen pflegt, weil die Rücksicht auf die Benutzung beim Unterricht in der Schule wegfiel. Namentlich habe ich danach gestrebt, mit Vermeidung eines Systems und ohne Rücksicht auf die hergebrachte Ordnung jeden Gegenstand an den vorhergehenden anzuknüpfen und die einzelnen Thatsachen so auseinander zu entwickeln, daß bei den anzustellenden Experimenten, die so viel wie möglich das Angegebene zur Anschauung bringen sollen, zu deren vollkommenem Verständniß nichts anderes als das schon Vorgekommene erfordert wird. Die ganz allmälige Erweiterung der Begriffe, die unmerklich wachsende Ausdehnung des Gesichtskreises, die gleichmäßige Vervollständigung des Wissens sind die wesentlichsten Vortheile dieser Methode, die noch durch die zugleich gegebene Möglichkeit erhöht werden, das Einschalten von Erklärungen und Auseinandersetzungen zu vermeiden, die eigentlich erst später vorkommen können.

Eine nähere Beschreibung und Rechtfertigung des sich ergebenden Ganges ist, ohne zu sehr in's Einzelne zu gehen, nicht möglich, und ich verweise daher auf das Buch selbst, indem ich bitte, nicht allein aus dem Inhaltsverzeichniß ein Urtheil bilden zu wollen, da die innere Entwickelung des Ganges und die Nothwendigkeit, mit welcher die Aufeinanderfolge der einzelnen Gegenstände bedingt werden, daraus nicht ersichtlich sein kann.

Den angedeuteten Vortheilen dieser eigenthümlichen Anordnung des Stoffes gegenüber ist es nicht zu läugnen, daß auch einige N

theile unvermeidlich scheinen. Es geht dadurch erstens alle sogenannte Systematik verloren, zweitens werden Wiederholungen bisweilen vorkommen müssen und drittens bleiben manche Stoffe getrennt, die in Bezug auf ihre chemischen Eigenthümlichkeiten nahe zusammen zu gehören scheinen.

Wenn man indeß diese Nachtheile näher beleuchtet, so sind sie nur unerheblich. Denn für den in der Chemie so schwierigen und bisher nur selten von gutem Erfolg begleiteten Selbstunterricht bleibt die Hauptsache immer die Erreichung eines vollkommenen und klaren Verständnisses der Sache, mit Vermeidung alles nicht streng dazu Nothwendigen, und so kleine Uebelstände, wie die unvermeidliche Wiederholung einiger Punkte, oder die Zerstreuung von Thatsachen, die man gewohnt ist, zusammenzustellen, sind von keiner großen Bedeutung. Was vollends das System anbetrifft, so will ich hier über den scheinbaren oder wirklichen Werth eines solchen auf dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft nicht rechten, und nur bemerken, daß eine Systematisirung jedenfalls nur dann Werth hat, wenn sie nach der Beschreibung des Anzuordnenden vorgenommen wird, wodurch sie erst den Schein der Willkürlichkeit verliert, den sie nothwendig haben muß, wenn sie an der Spitze der Wissenschaft steht. Erst müssen die wichtigsten Eigenschaften und Erscheinungen im Einzelnen betrachtet werden und dann erst können mittelst der erworbenen Kenntnisse die Körper klassificirt d. h. das Gemeinsame derselben erfaßt werden. Die Angabe der allgemeinen Eigenschaften vor der Betrachtung der besonderen ist unpädagogisch, und es wird immer leichter und naturgemäßer bleiben, vom Besonderen zum Allgemeinen überzugehen, als umgekehrt. Somit wird die sogenannte Systematik erst nach der Behandlung der wichtigeren Theile der ganzen unorganischen Chemie vorkommen und dadurch zugleich Gelegenheit geboten werden, mancherlei Ergänzungen oder Zusätze zum Vorhergehenden zu geben, und die zerstreuten Begriffe zusammenzufassen, um ihre Beziehungen zu einander festzustellen.

Zu dem Verständniß der chemischen Gesetze und namentlich der Aequivalentverhältnisse ist die Berechnung von Zahlenaufgaben von größter Wichtigkeit, und ich habe daher eine gewisse Anzahl davon in der geeigneten Reihenfolge hin und wieder eingestreut (1).

(1) Diejenigen, welchen die ausgewählten Aufgaben nicht auszureichen scheinen und welche noch eine größere Menge Uebungsaufgaben zur Berechnung gegeben wünschen, mache ich auf mein Werkchen: „Sammlung chemischer Rechenaufgaben" und „Antworten und Auflösungen dazu" (Braunschweig bei Vieweg) aufmerksam.

Dieſes, ſo wie die allmälige Entwickelung und Begründung des genannten Geſetzes, wird ohne Zweifel dieſen Theil der Chemie nicht ſchwieriger erſcheinen laſſen, als die übrigen, der Anſchauung zugänglicheren.

Auch will ich noch anführen, daß das Studium mancher Metalle weit weniger Schwierigkeiten bietet, als dasjenige der meiſten Metalloide, und daß es daher gerechtfertigt erſcheint, dieſe zum Theil erſt nach jenen vorzunehmen, wobei allerdings eine vollſtändige Betrachtung alles Zugehörigen nicht möglich iſt, ſo daß namentlich die Beſchreibung der Salze erſt bei den betreffenden Säuren vorkommen kann. Gewiß iſt es aber kein Nachtheil, wenn die Salze der einzelnen Säuren und nicht die der Metalle zuſammenſtehen, wie dies öfters in dem vorliegenden Theile der Fall ſein wird.

Die rationellere Betrachtung des Waſſerſtoffs in ſeiner Beziehung zu den Metallen und die damit zuſammenhängende richtigere Anſchauungsweiſe über die ſogenannten Waſſerſtoffſäuren wird ebenfalls nur zum leichteren Verſtändniß beitragen können.

Möge es meinen Bemühungen gelungen ſein, einen Gang aufzufinden, der mehr, als die bisher verſuchten, ein leichtes Verſtändniß zu ermöglichen und den Lernenden ohne allzugroße Anſtrengung in das Gebiet der Chemie einzuführen vermag!

Somit empfehle ich auch dieſen zweiten und dritten Theil der freundlichen Nachſicht aller Derjenigen, die mit mir bemüht ſind, die Chemie immer Mehren zugänglich zu machen, und zwar nicht durch Verminderung des Umfanges des zu erlernenden Stoffes, oder durch Trivialiſirung der Behandlungsweiſe, ſondern durch das Streben nach einer vollkommeneren Methode des Unterrichts.

Der Verfaſſer.

Voranschlag der Kosten

für die im zweiten Theile beschriebenen Versuche.

Apparate.

Die Apparate, welche früher angeschafft worden sind, werden auch für die Folge ziemlich ausreichend sein, wenn das durch Zerbrechen u. s. w. Abgehende von Zeit zu Zeit ersetzt wird. Außerdem kommen hauptsächlich zur Anschaffung:

1 galvanischer Apparat	4—6	Thlr.			
12 Reagenzcylinder	—	"	9	Sgr.	
2 Kugelröhren	—	"	6	"	
Kautschukröhren $\frac{1}{16}$—$\frac{1}{8}$" Durchm. 4 Loth . .	—	"	16	"	
4 kleine Kölbchen	—	"	8	"	
1 Löthrohr . . . . 10 Sgr. bis	1	"	10	"	
Verschiedene Flaschen im Betrage von etwa .	1	"	27	"	
Platindraht und Platinblech für 15 Sgr. bis .	1	"	—	"	
Zusammen 9 Thlr. bis	11	"	16	"	

Materialien.

Antimon . . .	4 Loth	Glaubersalz . .	4 Loth
Arsenik	1 "	Gyps	4 "
" weißes .	$\frac{1}{4}$ "	Jod	$\frac{1}{2}$ Drachme
Bleichkalk . . .	8 "	Jodnatrium . .	1 Loth
Bleizucker . . .	4 "	Kali, chlorsaures .	4 "
Braunstein 1 Pfd.	16 "	" kaustisches .	4 "
Chlorcalcium . .	4 "	Kalium	1 Drachme
Flußspath . . .	4 "	Kleesäure . . .	4 Loth

Kobaltkies.		Queckſilberoxyd . .	½ Loth
Kochſalz.		Salmiak	4 "
Kreide oder Marmor.		Salpeter	8 "
Kupfervitriol . . .	4 Loth	Salpeterſäure . .	2 Pfd.
Mennige	2 "	Salzſäure	1 "
Natrium	½ Drachme	Schwefel	12 Loth
Nickel	4 Loth	Schwefelſäure . .	2 Pfd.
Phosphor	4 "	Soda	1 "
Platinerz.		Spiritus	½ Du-
Queckſilber . . .	1 "	Zink	2 Pfd.

Im Ganzen für 5 bis 6 Thlr.

Inhalt.

Seite

nfundzwanzigſter Brief.

Allgemeine Grundſätze. Waſſer; Eigenſchaften; Löslichkeit der Körper; Zerſetzung durch den galvaniſchen Strom; Zuſammenſetzung . 129

:chsundzwanzigſter Brief.

Sauerſtoff; Darſtellung aus Queckſilberoxyd, Zuſammenſetzung dieſes Körpers. Verbrennung des Schwefels in Sauerſtoff. Pneumatiſche Wanne; Gasflaſchen, Manipulationen mit Gaſen. Andere Darſtellung des Sauerſtoffes und Verſuche damit; Eigenſchaften deſſelben 139

iebenundzwanzigſter Brief.

Verbrennung; Oxyde. Verbindungsgeſetze. Spec. Gewicht. — Luft; Stickſtoff; Eigenſchaften deſſelben. Zuſammenſetzung der Luft, Löslichkeit derſelben in Waſſer 145

Hundzwanzigſter Brief.

Kalium; Zerſetzung des Waſſers durch daſſelbe. Weitere Erklärung des Begriffes „äquivalent“. Entwickelung von Waſſerſtoff durch Kalium und Waſſer, Zink und Waſſer. Kali; Darſtellung des Waſſerſtoffes; Erklärung und Anwendung auf die Aequivalentverhältniſſe; Eigenſchaften des Waſſerſtoffes; Experimente mit demſelben. Bildung von Waſſer. Lichtentwickelung 152

eunundzwanzigſter Brief.

Kohlenſaures Kali aus Kali und Kohlenſäure; Darſtellung deſſelben durch Glühen von weinſteinſaurem und von eſſigſaurem Kali. Gewinnung im Großen; Darſtellung aus Aſche. — Zerſetzung des ſchwefelſauren Kalis durch den galvaniſchen Strom; Säuren, Baſen, Salze. Verdrängung ſchwächerer Baſen durch ſtärkere; Beiſpiel dazu. — Aequivalente Mengen der Baſen in Bezug auf ihren Sauerſtoffgehalt. Beziehung zwiſchen Waſſerſtoff und den Metallen und zwiſchen Waſſer und den Säuren und Baſen. – Aequivalente der Elemente und Verbindungsgeſetze der verſchiedenen Kör-

Seite

per. Aequivalente der zusammengesetzten Körper. Gesetz der multiplen Proportionen; Formeln 160

Dreißigster Brief.

Natrium; Bezug auf Kalium; Natron; Natronhydrat; kohlensaures Natron, Krystallwasser, Verwitterung. Darstellung von Kochsalz und Wasser aus Natron oder kohlensaurem Natron und Salzsäure; Wiederherstellung der Säure hieraus; Entstehung von schwefelsaurem Natron dabei. Ableitung der Zusammensetzung des Kochsalzes und der Salzsäure aus dem Vorhergehenden 170

Einunddreißigster Brief.

Mangan; Oxydationsstufen; Benennung derselben; Braunstein, Zersetzung desselben durch Glühhitze; Erklärungen dazu; Zersetzung durch Schwefelsäure, Darstellung des Sauerstoffes. Entziehung des Wasserstoffes der Salzsäure auf diesem Wege; Darstellung und Eigenschaften des Chlors durch Experimente veranschaulicht. Verbindung des Chlors mit Wasserstoff. Bleichen mit Chlor. Synthese des Kochsalzes, der Salzsäure 176

Zweiunddreißigster Brief.

Fortsetzung; andere Darstellung des Chlors. Chlormetalle, Salzbildner, Haloid- und Amphidsalze, Haloidsäuren. Erklärung der Darstellung derselben. Eigenschaften der Salzsäure. Zersetzung derselben durch den galvanischen Strom 184

Dreiunddreißigster Brief.

Eigenschaften und Gewinnung des Kochsalzes; Anwendung. Chlorkalium; Chlormangan. Atomistische Theorie und Erläuterung der chemischen Gesetze mit Hülfe derselben. Atomgewichte und Aequivalente. Aufgaben als Anwendung 195

Vierunddreißigster Brief.

Verbindungen des Chlors mit Sauerstoff. Chlorsaures Kali; Darstellung und Eigenschaften; Experimente. Unterchlorigsaures Kali 203

Fünfunddreißigster Brief.

Jod. Eigenschaften. Jodkleister. Jodverbindungen. Jodnatrium. Brom. Gewinnung von Jod und Brom. Aufgaben 211

Sechsunddreißigster Brief.

Zink; Verweisung auf das früher darüber Vorgekommene; Eigenschaften; Zinkoxyd. Zersetzung des Wassers; Zinkoxydhydrat. Ausfällen desselben. — Blei; Verweisung auf die Darstellung des Bleibaums; Eigenschaften und Oxyde des Blei's, Darstellung derselben. Antworten und Aufgaben 217

Siebenunddreißigster Brief.

Blei, Fortsetzung. Eisen. Oxyde und Salze. Antworten und Aufgaben 224

Achtunddreißigster Brief.

Kupfer; Eigenschaften. Oxyd. Verhalten zu Säuren u. s. w. Kupferoxyd, Darstellung. Reduction durch Wasserstoff; Kupferoxydul, Dar-

Seite

stellung und Eigenschaften. Legirungen des Kupfers. Antworten, Aufgaben und Auflösungen 232

einunddreißigster Brief.

Verhältniß der Basen unter einander. Calcium; Kalk; gebrannter und ungebrannter Kalk; Verhalten des Kalkes zu Wasser und zu Kohlensäure. Ausfällung des kohlensauren Kalkes unter den verschiedenen Umständen. Löslichkeit und sonstige Eigenschaften der Kohlensäure. Synthese derselben 238

erzigster Brief.

Kohlenstoff. Darstellung der Kohle aus Holz; Aschenbestandtheile derselben; Steinkohlen, Kohks, Ruß. Eigenschaften der Kohle, Knochenkohle; Graphit; Diamant; Nachweisung des Kohlenstoffs in der Kohlensäure 246

einundvierzigster Brief.

Vervollständigung der Kenntniß der Kohlensäure. Experimente mit derselben. Wirkung des Kohlensäuregehaltes der Luft. Löslichkeit der Luft im Wasser; Verhältniß der darin enthaltenen Kohlensäure. Verschiedene Arten des Wassers; Regen-, Quell-, Flußwasser, Mineralquellen 253

Zweiundvierzigster Brief.

Kohlenoxyd; Darstellung und Eigenschaften; Reduction der Metalloxyde durch dasselbe. Kohlensäuresalze. Darstellung des kaustischen Kali's. — Unterchlorigsaurer Kalk und Zersetzung desselben durch Kohlensäure. Chlorcalcium. 261

Dreiundvierzigster Brief.

Kohlensäuresalze; kohlensaures Eisenoxydul; kohlensaures Zinkoxyd; kohlensaures Bleioxyd, Bleiweiß. Doppelt kohlensaures Natron und Kali. Künstliche und natürliche Säuerlinge. Löslichkeitsverhältnisse der Kohlensäure 269

Vierundvierzigster Brief.

Kohlenwasserstoff. Sumpfgas; Davy'sche Lampe; ölbildendes Gas; Nachweisung des Kohlenstoffes darin. Theorie der leuchtenden und nicht leuchtenden Flammen 276

Fünfundvierzigster Brief.

Uebergang vom Calcium zum Baryum; Baryt, Barythydrat, kohlensaurer Baryt, Chlorbarium. Formeln. Aufgaben. Strontium; Strontian und andere Verbindungen. Magnesium; Magnesia, kohlensaure Magnesia; Chlormagnesium 283

Sechsundvierzigster Brief.

Salpetersäure. Entstehung derselben; Darstellung des Salpeters, Zusammensetzung und Analyse desselben; Eigenschaften, Anwendung als Oxydationsmittel. Andere Oxydationsstufen des Stickstoffes. Antworten 288

Siebenundvierzigster Brief.

Stickstoffoxydul; Stickstoffoxyd; salpetrige Säure; Unterſalpetersäure, Zersetzung durch Wasser. — Königswasser. — Eigenschaften der

Salpeterſäureſalze. — Ammoniak; Darſtellung und Eigenſchaften. Aufgaben . . . . . .

Achtundvierzigſter Brief.

Schwefel; Darſtellung und Eigenſchaften. Schweflige Säure; Schwefelſäure; Ableitung der Zuſammenſetzung beider. Verhalten beider Säuren zu Barytlöſungen. Darſtellung der waſſerfreien Säure; Erklärung der Darſtellungen der ſchwefligen Säure. Antworten, Auflöſungen und Aufgaben 1

Neunundvierzigſter Brief.

Fortſetzung. Darſtellung der waſſerhaltigen Schwefelſäure; Grundzüge der Fabrikation der engliſchen Schwefelſäure. — Antworten und Aufgaben. 3

Fünfzigſter Brief.

Eigenſchaften des Schwefelſäurehydrats; Verhalten zu den Metallen. Eigenſchaften der Schwefelſäureſalze; Nachweiſung derſelben. — Schwefelſaurer Kalk; ſchwefelſaures Natron, Sodafabrikation; ſchwefelſaure Magneſia; ſchwefelſaures Eiſenoxydul und Eiſenoxyd, Darſtellung des nordhäuſer Vitriolöls. Antworten . . . 3

Einundfünfzigſter Brief.

Aufgaben. — Schwefelſaures Kupferoxyd. Schwefelwaſſerſtoff; Oxydationsproducte deſſelben. Schwefelmetalle. Verhalten des Schwefelwaſſerſtoffes zu den bekannten Metallen und deren Oxyden . 3

Zweiundfünfzigſter Brief.

Auflöſungen. — Schwefelmetalle : Schwefelkalium; — Schießpulver, Knallpulver — Schwefelnatrium; Schwefelbarium; Schwefelblei, Schwefelkupfer. Anderweitige Verbindungen des Schwefels. — Selen, Tellur. — Aufgaben und Anleitung zu deren Löſung; Kettenſchlüſſe 4

Dreiundfünfzigſter Brief.

Phosphor. Eigenſchaften deſſelben und Verſuche damit. Oxydationsſtufen; Phosphorſäure und Phosphorſäureſalze. Phosphorwaſſerſtoff. — Antworten zu den letzten Aufgaben 4

Vierundfünfzigſter Brief.

Allgemeine Eigenſchaften der Phosphorſäureſalze. Phosphorſaurer Kalk; phosphorſaures Natron. Darſtellung des Phosphors. — Arſen; arſenige Säure; Arſenſäure; Arſenwaſſerſtoff. Salze der arſenigen Säure. Schwefelungsſtufen des Arſens. — Aufgaben . 5

Fünfundfünfzigſter Brief.

Anſchaffung eines Löthrohres und Einübung ſeines Gebrauchs. — Chrom. Vervollſtändigung der Kenntniß ſeiner Verbindungen. Darſtellung von Chromchlorid. — Antworten 5

Sechsundfünfzigſter Brief.

Fortſetzung der Uebungen mit dem Löthrohr. — Queckſilber; Eigenſchaften, Oxyde, Salze, Schwefelverbindungen; Verhalten zu Säuren und anderen chemiſchen Agentien. — Chlorverbindungen; Legirungen. — Aufgaben und Anleitung zu ihrer Löſung . . . 5

Seite

Siebenundfünfzigster Brief.

Wismuth; Oxyde, Salze. Chlorwismuth, Schwefelwismuth, Vorkommen und Gewinnung. — Fortsetzung der Uebungen mit dem Löthrohr. Kohle. Platindraht, Knochenasche, Borax in Perlen. Phosphorsalz. Versuche. — Antworten 381

Achtundfünfzigster Brief.

Bor, Borsäure, Borax. Fortsetzung der Löthrohrproben: Kalk, Baryt, Eisenoxyd. Aufgaben und Auflösungen 387

Neunundfünfzigster Brief.

Kiesel. Kieselsäure. Darstellung der amorphen Kieselsäure. Eigenschaften und Verhalten zu Säuren. Wasserglas. — Löthrohrübungen: Kieselsäure und Silicate; Zinkoxyd. — Aufgaben . . 392

Sechzigster Brief.

Fluor; Fluorwasserstoffsäure; Verhalten zu Kieselsäure; Fluorkiesel. Darstellung; Kieselflußsäure und ihr Verhalten. Aetzen von Glas und Probe auf Fluor. — Antworten 397

Einundsechzigster Brief.

Löthrohrversuche. Reduction des Bleiglanzes, Reaction auf Bleioxyd. — Aluminium. Vorkommen der Thonerde. Darstellung der schwefelsauren Thonerde. Alaun. Verschiedene Arten von Alaun. — Aufgaben 404

Zweiundsechzigster Brief.

Eigenschaften des Alauns. Darstellungsweise desselben. Pyrophor. Darstellung und Eigenschaften der Thonerde. Thonerdesilicate und weitere Verbindungen des Aluminiums. Löthrohrreaction der Thonerde und der Manganverbindungen. — Antworten . . . 410

Dreiundsechzigster Brief

Seltene Erden. Namen und Vorkommen; Beispiele von Formeln verwickelter Art. — Darstellung von reinem Silber und von Manganoxydulsalzen für spätere Versuche 417

Vierundsechzigster Brief.

Silber. Eigenschaften; Löthrohrprobe, Abtreiben silberhaltigen Bleies; Verhalten zu Säuren. Silberoxyd; kohlensaures Silberoxyd; Chlorsilber, Reduction desselben; Schwefelsilber; salpetersaures Silberoxyd, Fällung des Silbers daraus. Verschiedene Verbindungen des Silberoxyds mit Phosphorsäure. Löthrohrproben auf Silber . 423

Fünfundsechzigster Brief.

Gold; Eigenschaften; Oxyde. Reduction der Goldlösungen. Affinage. Vorkommen und Gewinnung. Benutzung; Vergoldung auf verschiedene Art. — Aufgaben 431

Sechsundsechzigster Brief.

Platina; Eigenschaften; Verhalten zu den verschiedenen Substanzen; Oberflächenwirkung; Experimente. Platinzündmaschine. Platinchlorid, Platinaschwamm, Platinamohr. Vorkommen des Platins, Gewinnung und Reindarstellung 436

Siebenundſechzigſter Brief.

Zinn. Eigenſchaften; Metallmohr; Einwirkung der Säuren. Chlorür, Chlorid, Zinnoxydul, Zinnoxyd, Sulfür und Sulfid. Reactionen der Zinnſalze, Goldpurpur; Verzinnen. — Titan, Wolfram, Molybdän, Vanadin u. ſ. w. . . . . .

Achtundſechzigſter Brief.

Antimon; Eigenſchaften, Verhalten in der Hitze. Oxyde. Verhalten zu Säuren. Chlorverbindungen. Schwefelverbindungen, Kermes u. ſ. w. Antimonwaſſerſtoff; Unterſcheidung von Arſenwaſſerſtoff. Löthrohrproben. — Aufgaben . . . . . .

Neunundſechzigſter Brief.

Kobalt. Darſtellung des ſalpeterſauren Kobaltoxyduls aus dem Kobaltkies. Verhalten der Kobaltſalze. Smalte. Verhalten der Metalloxyde zur Kobaltlöſung vor dem Löthrohr. — Nickel; Eigenſchaften. Neuſilber. Verhalten der Salze. Löthrohrprobe. Trennung von Nickel und Kobalt. — Kadmium. Eigenſchaften und Gewinnung. Verhalten ſeiner Salze, Schwefelkadmium. — Uran. — Lithium . . . . . .

Siebenzigſter Brief.

Verhältniß von Ammonium, Ammoniak, Ammoniumoxyd und den Verbindungen von Ammoniak und von Ammoniumoxyd mit Säuren, Ammoniak- und Ammonſalzen. Specielle Darſtellung des Ammoniumamalgams. Betrachtung der Ammonſalze. Kohlenſaures Ammon; ſalpeterſaures und ſalpetrigſaures Ammon; phosphorſaures Ammon. Doppelſalze. Schwefelammonium. Darſtellung und Verhalten deſſelben zu Metallſalzen. — Zuſammenſtellung des Verhaltens der Metalloxyde zu Schwefelwaſſerſtoff und Schwefelammonium. Platinſalmiak. Salmiak, ſchwefelſaures Ammon . . .

Einundſiebenzigſter Brief.

Salmiak. Schwefelſaures, kohlenſaures, ſalpeterſaures, phosphorſaures Ammon. Schwefelammonium. Verhalten der Metalloxyde zu dieſem. Kennzeichen der Ammonſalze . . . . . .

Zweiundſiebenzigſter Brief.

Cyan: Entſtehung, Eigenſchaften und Darſtellung. Cyanwaſſerſtoff. Cyanmetalle. Doppelcyanüre; Kaliumeiſencyanür. Darſtellung und Eigenſchaften; Cyankalium; Ferrocyan. Verhalten der Metalloxydlöſungen zu gelbem Blutlaugenſalz . . . . . .

Dreiundſiebenzigſter Brief.

Kaliumeiſencyanid. Darſtellung und Eigenſchaften; Ferridcyan. Verhalten der Metallſalze zum rothen Blutlaugenſalz. Eiſencyanürcyanid, verſchiedene Entſtehungsweiſe deſſelben. Fabrikation im Großen. — Cyanqueckſilber, Cyanſilber, Cyangold. — Schluß des zweiten Theils . . . . . .

25. Brief.

Allgemeine Grundſätze. Waſſer; Eigenſchaften; Löslichkeit der Körper, Zerlegung durch den galvaniſchen Strom; Zuſammenſetzung.

Wir haben nunmehr, wo du die erforderliche Uebung in den chemiſchen Operationen, im Anſtellen aller Arten von Experimenten erlangt haſt, zu der Betrachtung der verſchiedenen Körper überzugehen, und das Studium ihrer Eigenſchaften und ihrer Beziehungen zu einander vorzunehmen.

So viel wie möglich will ich dem Grundſatze treu zu bleiben ſuchen, dich Alles durch eigene Anſchauung kennen zu lehren; freilich iſt es nicht möglich, dir die Anleitung zu allen Experimenten zu geben, die das Anzuführende beweiſen würden, denn manche erfordern an Apparaten und Materialien ſo viel, daß es dir an Zeit und Mitteln leichtlich gebrechen würde, und du Angeſichts der allzu großen Schwierigkeiten allen Muth verlieren müßteſt. Ich werde aber ſolche Dinge, deren Beſtätigung außer deinem Bereiche liegt, ſo viel wie möglich zu vermeiden ſuchen, und ſie nur dann anführen, wenn ſie unumgänglich nothwendig ſind, indem du ſpäter alles Fehlende ſchon leicht in irgend einem größeren chemiſchen Werke nachholen kannſt. Deine bis dahin erworbenen chemiſchen Kenntniſſe werden dich dann in den Stand ſetzen, auch die dem Leſen und fremden Experimente Anderer, wenn auch nicht zu wiederholen, doch mit Aufmerkſamkeit und Einſicht zu verfolgen und aus ihnen Nutzen zu ziehen.

Wir beginnen bei unſerem Studium mit demjenigen Körper, welcher uns bisher ſchon am häufigſten begegnete, und den wir auch z. B. bei jedem Schritte auf dem Gebiete der Chemie wieder finden werden, nämlich mit dem

Waſſer.

Schon vieles haſt du über die Eigenſchaften des Waſſers erfahren: du weißt ſchon, daß das flüſſige Waſſer im Stande iſt, viele feſte Körper in flüſſige Form überzuführen, ein Vorgang, den wir Auflöſung genannt haben; du weißt ferner, daß die Kraft, womit dies geſchieht, bei verſchiedenen Körpern ſehr verſchieden iſt, und daß die meiſten in der Hitze löslicher ſind als in der Kälte. Ich brauche dich nur an die verſchiedenen Subſtanzen zu erinnern, die du durch Verdunſtung oder durch Erkalten haſt kryſtalliſiren laſſen. Andere dagegen, welche durch Ausfällen dargeſtellt worden ſind, haben dich gelehrt, daß es auch Stoffe giebt, welche im Waſſer unauflöslich ſind. Dieſes letztere iſt indeſſen dahin zu ergänzen, daß vollſtändige Unauflöslichkeit in Waſſer außer bei den Metallen nur bei ſehr wenigen Körpern vorkommt. Man pflegt aber in der Regel diejenigen, welche ſehr ſchwer löslich ſind, als unlöslich zu bezeichnen, und es hat daher die Unlöslichkeit viele Abſtufungen oder Grade, welche man für diejenigen Körper, bei denen es von beſonderer Wichtigkeit iſt, mit großer Genauigkeit ermittelt hat.

Ferner wirſt du dich erinnern, daß das Waſſer bei einem beſtimmten Hitzegrade kocht, in Dampfgeſtalt übergeht, und alſo deſtillirt werden kann. Ich ergänze dieſes dahin, daß das Waſſer an ſeiner Oberfläche bei allen Temperaturen, ſelbſt als Eis und Schnee luftförmig werden, oder wie man ſagt verdunſten kann, daß man aber nur dann ſagt, es koche, wenn dieſer Uebergang in die Dampfgeſtalt nicht allein an der Oberfläche, ſondern durch die ganze Maſſe hindurch ſtattfindet. Auch weißt du, daß das Waſſer gefriert, wenn es hinreichend erkaltet. Weiter kann ich mich hier auf die phyſikaliſchen Eigenſchaften des Waſſers nicht einlaſſen, ſondern ich muß dich in dieſer Beziehung auf eines der vielen phyſikaliſchen Lehrbücher verweiſen, deren Studium ich dir herzlichſt anempfehle. Nimm zunächſt das Kapitel über die Wärme vor; es iſt das wichtigſte für das Verſtändniß der Chemie und du wirſt nöthigenfalls auch ohne Experimente, welche bei anderen Theilen der Phyſik unentbehrlich ſind, das darin Abgehandelte recht gut verſtehen können.

Nur das will ich noch hier anführen, daß man den Punkt, wo das Queckſilber eines in ſchmelzendes Eis getauchten Thermometers ſteht, mit 0° und den, wo daſſelbe, in ſiedendes Waſſer gehalten, ſtehen bleibt, mit 100° bezeichnet (1), wonach der Zwiſchenraum zwiſchen beiden Punkten in 100 gleiche Theile, Grade genannt, getheilt wird, mittelſt

(1) Bei dem Normaldruck der Luft, d. h. bei einem Barometerſtand von 760 Millimetern.

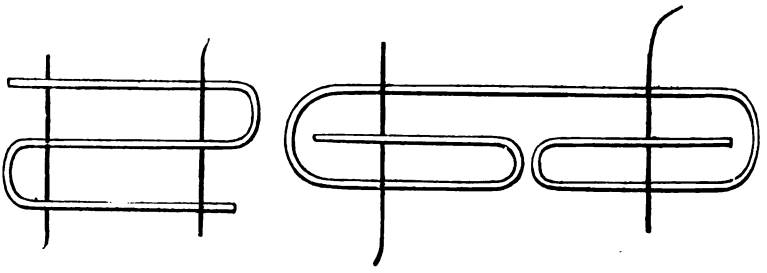
denen die verschiedenen Temperaturen angegeben zu werden pflegen. (Es gilt dies von dem in der Chemie gebräuchlichsten Celsius'schen Thermometer; sonst sind auch noch andere Eintheilungen üblich.)

Betrachten wir hiernach die chemische Natur des Wassers. Zu dem Ende wollen wir es in seine Bestandtheile zerlegen, was am einfachsten und lehrreichsten durch einen electrischen Strom geschieht. Um die dazu nöthige Electricität zu erregen, wirst du einer galvanischen Batterie bedürfen; diese hast du dir daher zunächst herzurichten. Am kürzesten wird es sein, wenn du dir von einem Mechanikus, oder von einer Handlung physikalischer Apparate eine Kohlenzinkbatterie von drei oder vier Elementen besorgen lässest. Es kostet z. B. bei Greßler in Erfurt, oder bei Luhme u. Comp. in Berlin jedes Element (bei 5" Höhe und 2¼" Durchmesser) 1⅓ bis 1½ Thlr. Auch kannst du auf dem Buchhändlerwege von Körner's Verlag in Erfurt solche Zinkkohlenelemente zu 1 Thlr. beziehen. Letztere machen einen Theil der Apparate aus, die zu den in Krüger's „Schule der Physik" (Leipzig und Erfurt, Körner) angegebenen Experimenten erforderlich sind. Dieses Buch kann ich dir sehr zum Studium der Physik empfehlen; außer dem vorhin als besonders nothwendig Erwähnten wirst du dann das Capitel von der Electricität und namentlich der galvanischen zunächst zu studiren haben. Auf jeden Fall lasse ich hier die Erklärung der Erscheinungen, welche man electrische und galvanische nennt, aus dem Grunde weg, weil sie mich zu weit von meinem Gegenstande ablenken würde, und du sie sowohl in den genannten, wie in mehreren anderen Büchern besser und deutlicher finden wirst, als ich sie dir geben könnte.

Sollte dir aber der oben angegebene Preis von 4 bis 6 Thlrn. für drei oder vier Kohlenzinkelemente zu hoch erscheinen, so kannst du sie auch etwas wohlfeiler, und nur unter Beschaffung einzelner Theile auf anderem Wege, folgendermaßen herstellen:

Von einer der oben genannten Handlungen, oder von einem Mechanikus wirst du zu jedem Elemente einen porösen Thoncylinder von 3" bis 4" Höhe und einen dazu gehörigen Kohlencylinder zum Preise von 10 bis 15 Sgr. erhalten können. Nun suche zu jedem derselben ein Trinkglas aus, das etwa so hoch ist, wie die Thoncylinder und in welches diese mit einem Zwischenraume von ¼" passen. Dann lasse von einem Blecharbeiter zu jedem Elemente ein dickes Stück Zinkblech schneiden, das zu einem Cylinder zusammengerollt, in den Zwischenraum zwischen Thoncylinder und Glas lose zu stellen ist. An dieses Zinkblech ist ein Stück Kupfer- (nicht Messing-) draht von einigen Zoll Länge anzulöthen; endlich hast du aus Kupferdraht einige Klemmen (Fig. 107, siehe die folgende Seite) zu biegen und dann die Zinkcylinder zu amal-

Fig. 107.

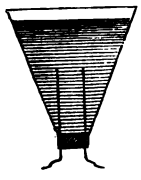


gamiren, d. h. mit Queckſilber zu überziehen; dies geſchieht folgendermaßen:

Gieße in eine flache Schale oder Untertaſſe einige Tropfen Queckſilber und darüber etwas Waſſer und einige Tropfen Schwefelſäure. Nun lege das Zink in dieſe Flüſſigkeit und vertheile die Säure und das Queckſilber über deſſen Oberfläche durch Reiben mit Papier; dabei achte darauf, daß dir die verſpritzende Säure keinen Schaden zufüge, und waſche endlich das Zink, wenn es an allen Stellen durch das Queckſilber hell und blank erſcheint, mit Waſſer ab. Die galvaniſche Batterie iſt nun bis auf's Zuſammenſetzen fertig; nun haſt du noch das Gefäß herzuſtellen, in welchem die Zerſetzung des Waſſers in ſeine Elemente vorgenommen werden ſoll.

Dazu wähle einen Trichter mit einer etwas weiten Röhre aus, ſchneide dieſe dann bis auf einen halben Zoll ab und paſſe in das ſtehen bleibende Stück einen guten Kork recht dicht ein; überziehe ihn zu größerer Sicherheit innen und außen mit Guttapercha und bringe dann zwei Platindrähte hinein (ſiehe die Fig. 108). Du haſt ohnehin ſpäter bisweilen etwas Platindraht nöthig, und wirſt daher wohl thun, jetzt gleich für ½ bis 1 Thlr. anzuſchaffen und dabei ſolchen von mittlerer Dicke auszuwählen. Schneide zwei Stückchen von 2″ bis 3″ ab und ſtecke dieſelben, nachdem mit einer Nadel zwei Löcher vorgeſtochen ſind, ſo in den Kork, daß oben und unten etwa gleiche Stücke vorragen und die beiden Drähte einen Zwiſchenraum von einigen Linien laſſen (ſiehe die Fig. 108). Nun gieße etwas Waſſer in den Trichter und ſtelle ihn auf einem Filtrirgeſtelle auf; ſollte das Waſſer etwa durchſickern, ſo müßteſt du nach vorherigem Trocknen den Ueberzug mit Guttapercha mittelſt einer heißen Glasröhre ausbeſſern und vollkommen dicht machen. Iſt auch dieſes geſchehen, ſo fülle den Trichter zu ¾ mit Waſſer, gieße etwas Schwefelſäure hinein und ſtelle ihn zum Gebrauche bei Seite; gleich werden wir ſeiner bedürfen. Er wird nun die Geſtalt Fig. 108 zeigen. Nun ſchneide von

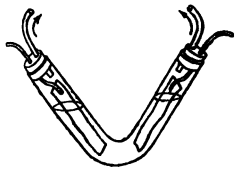
Fig. 108.



der weiteſten Glasröhre in deinem Beſitze zwei gleich lange Stücke von etwa 5 bis 6″ Länge ab, verſchließe ſie an einem Ende mittelſt eines guten Korkes, der an der inneren Seite mit Guttapercha überzogen und außen glatt am Rande der Röhre abgeſchnitten und dann ebenfalls mit Guttapercha überzogen werden muß, ſo daß namentlich die Berührungsſtelle von Glas und Kork recht dicht verſchloſſen iſt. Auf die Dichtigkeit des Schluſſes haſt du endlich jede Röhre durch Hineinblaſen zu prüfen, während das verſchloſſene Ende unter Waſſer taucht, wobei ſich keine Bläschen zeigen dürfen.

Statt dieſer Röhren kannſt du auch, wenn du ſie an Ort und Stelle (von einem Barometermacher, oder aus einer betreffenden Handlung) haben kannſt, ein Paar ſogenannte Reagircylinder nehmen, wovon du dann gleich ein Dutzend (Länge 6″, Weite ¼″, Preis 9 Sgr.) dir beſorgen wirſt.

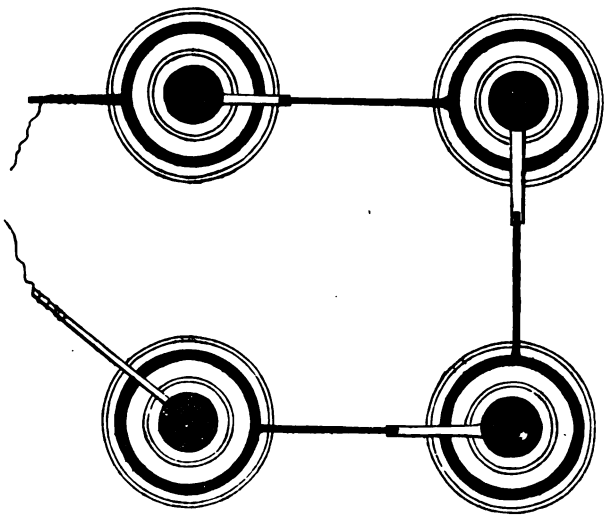
Fig. 109.



Einen anderen Apparat zur Zerſetzung des Waſſers, der ebenfalls recht leicht herzuſtellen iſt, zeigt Fig. 109. Ich brauche die Conſtruction deſſelben nicht näher anzugeben und bemerke nur noch, daß die beiden Gaſe, welche ſich an den Platinblechen entwickeln werden, durch die mit Pfeilen bezeichneten Röhrchen abgeleitet und in dicht daneben aufgeſtellten Schälchen mit Waſſer aufgefangen werden müſſen, in derſelben Weiſe, wie ich es gleich nachher für den ſo eben angegebenen Apparat beſchreiben werde.

Nun ſetze die ganze Batterie folgendermaßen zuſammen: In die neben einander ſtehenden Gläſer ſtelle zuerſt die Zinkcylinder, dann die Thon- und endlich die Kohlencylinder; dann verbinde den Kupferdraht des erſten Zinkcylinders mit dem des zweiten Kohlencylinders durch gemeinſchaftliches Feſtklemmen in einer der oben gezeichneten Drahtklemmen; eben ſo den Zinkcylinder des zweiten Glaſes mit dem Kohlencylinder des dritten, und den Zinkcylinder des dritten mit dem des vierten; alsdann bleiben nur der Kohlencylinder des erſten und der Zinkcylinder des letzten Glaſes frei und ohne Berührung mit andern. Bei allen dieſen Verbindungen iſt mit der größten Sorgfalt darauf zu achten, daß alle Kupferdrähte da, wo ſie einander berühren, durch Abfeilen recht rein und blank metalliſch ſind, ſo daß immer die Berührung nur von reinem Metall zu reinem Metall ſtattfindet. Endlich ſtelle den Apparat ſo auf, daß jeder der Platindrähte des Trichters mit einem feinen Kupferdrahte verbunden werden kann, was am einfachſten durch Umwickeln des (gut abgefeilten) Endes geſchieht. Die Fig. 110 (ſiehe die folgende Seite) zeigt dir den Grundriß der vier Elemente mit ihrer Verbindung und den zwei freien Drähten; du wirſt daraus die Einrichtung des Ganzen

Fig. 110.



leicht erſehen. Die klar gelaſſenen Doppellinien bezeichnen das Glas oder die Thoncylinder, die einfach-ſchraffirten Theile das Zink, die doppelt-ſchraffirten die Kohlencylinder. Nun löſe dieſe letzten Verbindungen wieder auf und ſetze die „Batterie“ folgendermaßen in Thätigkeit:

In ein großes Cylinderglas gieße fünf kleine Gläſer voll Waſſer, und dann ein eben ſolches Glas voll gewöhnliche Schwefelſäure; die ganze Miſchung muß etwa ſo viel betragen, wie in zwei von den Trinkgläſern geht, welche du bei der Batterie angewendet haſt.

Nun fülle mittelſt eines Trichters die Thonzellen, ohne die Kohlencylinder herauszunehmen, mit gewöhnlicher Salpeterſäure, wobei dieſe aber das Kupfer der letzteren nicht berühren darf. Dann fülle die Gläſer, gleichfalls ohne die Thonzellen und ohne die Zinkzellen herauszunehmen, eben ſo hoch mit der verdünnten Schwefelſäure. In demſelben Momente, wo die Berührung dieſer beiden Flüſſigkeiten durch die poröſe Wand der Thonzellen hindurch ſtattfindet, erlangen die beiden freien Drahtenden ganz verſchiedene Eigenſchaften, wie wir dies gleich ſehen werden. Man ſagt, an dem einen befinde ſich „poſitive“, am anderen „negative“ Electricität. Haſt du genau nach Vorſchrift verfahren, ſo kann der gute Erfolg nicht ausbleiben; um dich davon zu überzeugen, brauchſt du nur den einen freien Kupferdraht auf eine Feile feſt anzudrücken und mit dem anderen über die Feilenfläche hin und her zu reiben; eine Menge kleiner Funken — von der Vereinigung der „poſitiven“ und „negativen“ Electricität herrührend — wird der Beweis dafür ſein, daß bei der Batterie Alles in Ordnung iſt. Sollten ſich dieſe

Funken nicht zeigen, ſo würdeſt du die Metallverbindungen nochmals nachſehen und recht innig und rein machen müſſen, auch dich überzeugen, ob die oben angegebene Anordnung nirgends geſtört iſt, d. h. alſo, ob der Kohlendraht des erſten Elementes frei, ſein Zinkdraht mit dem Kohlendraht des zweiten, der Zinkdraht des zweiten mit dem Kohlendraht des dritten, und der Zinkdraht des dritten mit dem Kohlendraht des vierten verbunden, und endlich der Zinkdraht des letzten frei iſt; es iſt endlich noch ganz beſonders darauf zu achten, daß ſich nirgendwo zwei Drähte anders berühren dürfen, als hier angegeben. Die geringſte Abweichung hiervon würde unfehlbar ein gänzliches Mißlingen des Verſuches zur Folge haben müſſen. Iſt nun Alles in Ordnung, und dieſes durch den Funken beſtätigt, ſo werden die freien Kupferdrähte mit den Platindrähten verbunden, unter der Vorſicht, daß ſich weder die erſteren noch die letzteren unter einander im geringſten berühren. In demſelben Momente, wo die Verbindung hergeſtellt iſt, tritt in dem Waſſer des Trichters eine Gasentwickelung ein, die von den beiden Drähten ausgeht. Um dieſelbe noch etwas lebhafter zu machen, gieße etwas Schwefelſäure in das Waſſer; dieſelbe erleichtert die Gasentwickelung, ohne im Uebrigen Theil an der hier ſtattfindenden Zerſetzung zu nehmen. Es geht nämlich hier die Zerſetzung des Waſſers vor ſich, welche durch den hindurchziehenden electriſchen Strom bewirkt wird; wir werden gleich ſehen, welches die entſtehenden Producte ſind. Zuvor müſſen wir die Gasblaſen geſondert auffangen, welche ſich an den beiden Drähten entwickeln. Zu dem Ende fülle eine der beiden an einem Ende geſchloſſenen Glasröhren mit angeſäuertem Waſſer aus dem Trichter ganz an, verſchließe die Oeffnung mit dem Daumen, kehre die Röhre um, tauche das mit dem Finger verſchloſſene Ende unter die Flüſſigkeit im Trichter und ziehe den Finger weg; dies Alles muß geſchehen, ohne daß eine Luftblaſe in die Röhre kommen darf. Nun verfahre mit der anderen eben ſo, und ſtelle endlich jede derſelben über eine der beiden Platindrähte, unter ſteter Beobachtung der nöthigen Vorſicht, damit ſie ganz mit Waſſer gefüllt bleiben. Die von den Drähten aufſteigenden Luftblaſen werden ſich nun im oberen Theile der Röhren anſammeln und das Waſſer allmälig daraus verdrängen. Stelle die Röhren ſo, daß du ſie einige Zeit ſich ſelbſt überlaſſen kannſt, ohne daß aber ihre unteren Oeffnungen durch den Korkboden des Trichters verſchloſſen werden, und laſſe dann den Apparat ruhig arbeiten. Unterdeſſen ſorge dafür, daß die Electricität in der Batterie in hinreichendem, aber nicht zu ſtarkem Maße entwickelt werde. Wenn ſich bei einem Zinkblech eine ſtarke Gasentwickelung zeigt, ſo iſt es gut, die darin befindliche Flüſſigkeit zum Theil herauszunehmen und durch Waſſer zu erſetzen. Iſt aber der Strom zu ſchwach, ſo daß die Gasentwickelung im Trichter nur ſehr langſam

geht, ſo kann man ſie durch Zuſetzen von etwas Schwefelſäure in die einzelnen Gläſer, ſo wie auch in den Trichter verſtärken.

Du wirſt nun alsbald beobachten, daß das an dem einen Platindrahte entwickelte Gas nur den halben Raum von dem am anderen Drahte ſich entwickelnden einnimmt, und zwar entwickelt ſich an dem Drahte, welcher mit dem Zinke in Verbindung ſteht, die geringere Menge Gas. Wir wollen dieſen das Zinkende, den Draht, welcher mit der Kohle verbunden iſt, das Kohlenende nennen. Jenes nennt man auch, wie ſchon oben geſagt, das poſitive, dieſes das negative Ende. Nun zieht aber, wie du vielleicht ſchon einmal gehört haſt, jede Electricität die der anderen Art an, ſo daß alſo nach dem poſitiv electriſchen Ende die negativ electriſchen Körper gehen und umgekehrt. Wenn wir alſo ſpäter finden werden, daß die an beiden Enden entwickelten Gaſe unter ſich verſchieden ſind, ſo wiſſen wir jetzt ſchon im Voraus, daß das an dem (poſitiven) Zinkende angeſammelte electro-negativ, das am (negativen) Kohlenende angeſammelte electro-poſitiv iſt.

Was wir unter dieſen Ausdrücken poſitiv und negativ zu verſtehen haben, iſt in den wenigen Worten enthalten, deren Sinn ſchon im Vorhergehenden eingeſchloſſen iſt: electro-negativ heißen diejenigen Stoffe, welche von dem Zinkende, electro-poſitiv diejenigen, welche von dem Kohlenende einer Batterie angezogen werden und ſich an demſelben anſammeln.

Während du dieſe Zeilen lieſeſt, wird ſich hinreichend Gas in den beiden Röhren geſammelt haben, um das oben angedeutete Verhältniß ſchärfer beobachten zu können, und dir zugleich diejenige Menge zu liefern, welche zur Erkennung der Eigenſchaften und etwaigen Unterſchiede beider Gaſe nothwendig ſind.

Zuerſt wirſt du nun die über dem Kohlenende befindliche Röhre behutſam von dem Draht entfernen, unter dem Waſſer mit dem Daumen verſchließen, herausnehmen, umkehren und an die geöffnete, nach oben gerichtete Mündung ein brennendes Hölzchen halten; unter einem kleinen Knalle wirſt du das in der Röhre befindliche Gas ſich entzünden und mit einer bei Tage kaum ſichtbaren Flamme bis zum Spiegel des noch vorhandenen Waſſers abbrennen ſehen.

Nun verfahre mit der anderen Röhre genau ebenſo; du wirſt ſofort wahrnehmen, daß das darin enthaltene Gas ſich nicht entzünden läßt; verſchließe ſchnell die Oeffnung wieder mit dem Finger, zünde ein Holzſpänchen an, blaſe es ſo aus, daß noch ein glühendes Köhlchen daran bleibt, und tauche daſſelbe in die auf einen Augenblick geöffnete Röhre. Deine Verwunderung wird nicht gering ſein, wenn du das glimmende Spänchen in eine hell leuchtende Flamme ausbrechen ſiehſt; wenn du es ſchnell herausziehſt und wieder ausbläſeſt, ſo kannſt du dieſelbe Er-

ſcheinung nochmals beobachten, nur darf die Röhre nicht länger geöffnet ſein, als durchaus nothwendig.

Daraus geht Folgendes hervor: die beiden, an den verſchiedenen Enden der Batterien entwickelten Beſtandtheile des Waſſers ſind weſentlich verſchieden, indem der eine, der electro-poſitive, entzündlich und brennbar iſt, der andere, electro-negative, ſich dagegen nicht anzünden läßt, wohl aber einen glimmenden Holzſpan zur hellen Flamme entzündet. Ferner wiſſen wir, daß der electro-poſitive Beſtandtheil einen doppelt ſo großen Raum einnimmt, wie der electro-negative. Jenen, den entzündlichen, poſitiven, nennt man Waſſerſtoff, dieſen, den nicht brennbaren, entzündenden, negativen, Sauerſtoff. Sollteſt du dich noch nicht hinlänglich von dem Unterſchiede der beiden Gaſe in der angeführten Art überzeugt haben, ſo wiederhole den Verſuch noch einmal; andernfalls nimm alle Drahtverbindungen und überhaupt die ganze Batterie auseinander; gieße die beiden Säuren jede in eine beſondere Flaſche zur Aufbewahrung und weiteren Benutzung, ſpüle die Kohlen- und Zinkcylinder gut mit Waſſer aus und trockne ſie mit Löſchpapier ab. Die Thonzellen aber lege einen Tag lang in friſches Waſſer und laſſe ſie dann an der Luft trocknen.

Wenn Alles ſolchergeſtalt wohl gereinigt iſt, ſo ſtelle die Batterie zu ſpäterem Gebrauche bei Seite.

Die weiteren Eigenſchaften des Sauerſtoffes und des Waſſerſtoffes wirſt du in der Folge unterſuchen, wenn du größere Mengen davon darzuſtellen gelernt haben wirſt. Für heute will ich dich nur noch über das gegenſeitige Verhältniß belehren, in welchem ſie im Waſſer ſtehen. Es wird durch die Zerſetzung des Waſſers ganz genau ein Raumtheil Sauerſtoff und zwei Raumtheile Waſſerſtoff entwickelt, der erſtere iſt aber ſo bedeutend ſchwerer als letzterer, daß ein halb ſo großer Raumtheil davon dennoch 8mal ſo viel wiegt. Nehme ich z. B. an, es habe ſich 1 Kubikzoll Sauerſtoff entwickelt, ſo müſſen gleichzeitig 2 Kubikzoll Waſſerſtoff frei geworden ſein; ein Kubikzoll Sauerſtoff wiegt aber 16 mal ſo viel wie 1 Kubikzoll Waſſerſtoff oder 8 mal ſo viel, wie die demſelben entſprechende Menge (2 Kubikzoll) Waſſerſtoff. Wenn wir alſo die Gewichtsmenge des Waſſerſtoffes, die aus irgend einer Quantität Waſſer entwickelt wird, durch Eins ausdrücken, ſo müſſen wir die in derſelben enthalten geweſene Sauerſtoffmenge durch Acht ausdrücken. Wir ſagen demnach: das Waſſer beſteht aus einem Gewichtstheil Waſſerſtoff und acht Gewichtstheilen Sauerſtoff, die zuſammen natürlich neun Gewichtstheile Waſſer bilden. Bezeichnen wir (1) einen Gewichtstheil

(1) Waſſerſtoff heißt im Lateiniſchen Hydrogenium.

Waſſerſtoff mit H, und (1) wie ſchon früher, 8 Gewichtstheile Sauerſtoff mit O, ſo iſt demnach die Zuſammenſetzung des Waſſers auszudrücken durch H + O, oder wie man es abgekürzt zu ſchreiben pflegt, durch HO. Daraus folgt z. B. ſehr einfach die Berechnung derjenigen Mengen dieſer beiden Stoffe, welche in einer beſtimmten Menge Waſſer enthalten ſind: Da auf 9 Thle. Waſſer 1 Th. Waſſerſtoff und 8 Th. Sauerſtoff kommen, ſo iſt alle Mal $\frac{1}{9}$ des Gewichts des Waſſers Waſſerſtoff und $\frac{8}{9}$ deſſelben Sauerſtoff.

Doch mein Brief wird allzu lang — du haſt da Material genug um bis zu meinem nächſten zu ſtudiren und zu probiren.

Anzuſchaffen zu den nächſten Verſuchen ſind:

$\frac{1}{2}$ Loth Queckſilberoxyd,
4 Loth Salpeter,
2 weiße und 4 grüne Glasflaſchen mit eingeriebenem Glasſtöpſel,
4 Loth chlorſaures Kali,
$\frac{1}{2}$ Pfund Braunſtein.

(1) Sauerſtoff heißt im Lateiniſchen Oxygenium.

26. Brief.

Sauerſtoff; Darſtellung aus Queckſilberoxyd, Zuſammenſetzung dieſes Körpers. Verbrennung des Schwefels in Sauerſtoff. Pneumatiſche Wanne; Gasflaſchen, Manipulationen mit Gaſen. Andere Darſtellung des Sauerſtoffes und Verſuche damit; Eigenſchaften deſſelben.

Es wird nun zunächſt darauf ankommen, etwas größere Mengen Sauerſtoff und Waſſerſtoff darzuſtellen, um ihre Eigenſchaften genauer kennen lernen zu können. Wir wenden uns zunächſt zum

Sauerſtoff.

Der Sauerſtoff kann auf mancherlei Weiſe dargeſtellt werden, die du nach und nach kennen lernen wirſt. Die einfachſte und lehrreichſte iſt die aus Queckſilberoxyd. Du weißt ſchon, daß die Endung oxyd (ſ. Brief 14) eine Verbindung mit Sauerſtoff bezeichnet, daß alſo Queckſilberoxyd aus Queckſilber und Sauerſtoff beſteht. Für geringen Preis erhältſt du ½ Loth Queckſilberoxyd, welche Menge zu den folgenden Verſuchen völlig hinreichen wird. Sollteſt du es aber vorziehen, dieſen Körper ſelbſt darzuſtellen, ſo kann dieſes leicht auf folgendem Wege geſchehen.

In ähnlicher Weiſe wie das Antimon (Brief 6) wird eine kleine Menge — ein dicker Tropfen reicht ſchon hin — Queckſilber mit Salpeterſäure behandelt. Die hierbei, gerade wie damals, entweichenden rothen Dämpfe ſind ein Beweis dafür, daß aus der Salpeterſäure Sauerſtoff zum Queckſilber geht, obwohl dabei kein weißes Pulver, ſondern eine nach dem Erkalten kryſtalliſirende Verbindung entſteht. Da es aber auf die Darſtellung derſelben nicht ankommt, ſo brauchſt du die Bildung der Kryſtalle nicht abzuwarten, ſondern kannſt, ſobald alles Queckſilber verſchwunden iſt, was durch Erhitzen zu beſchleunigen ſein wird, Alles zur Trockniß abdampfen und das erhaltene Pulver in einem Tiegel nicht

zu ſtark erhitzen, bis keine rothen Dämpfe mehr entweichen, wovon du dich durch kurzes ſtärkeres Erhitzen vollkommen überzeugen mußt. Wenn dieſer Punkt eingetreten iſt, ſo wird der Rückſtand die Geſtalt eines mehr oder weniger ziegelrothen Pulvers haben und aus Queckſilberoxyd beſtehen. Ich brauche kaum zu ſagen, daß du alle dieſe Operationen ſo ausführen mußt, daß du von den entweichenden ſchädlichen Dämpfen nicht beläſtigt wirſt. Nun bedarfſt du einer etwa 6″ langen, an einem Ende geſchloſſenen Röhre; haſt du keine Reagenzröhren (ſ. oben), ſo mußt du eine von deinen weiten Glasröhren in der Weingeiſtflamme ſo ſtark wie möglich erweichen und dann recht ſchnell und plötzlich ausziehen, ſo daß wenigſtens ein Theil recht kurz in eine dünne Spitze übergeht (Fig. 111), welche ſich durch kurzes Erhitzen in der Flamme

Fig. 111.

leicht abſchmelzen und verſchließen läßt. Nun bringe etwas Queckſilberoxyd in dieſe oder eine Reagenzröhre und erhitze zum ſchwachen Glühen, während du die Oeffnung ganz loſe mit dem Daumen verſchließeſt, damit die äußere Luft möglichſt abgehalten werde. Nach einiger Zeit wirſt du an dem der Flamme nicht ausgeſetzten Theile der Röhre einen grauen Anflug bemerken, den du bei näherer Beſichtigung als aus lauter kleinen Queckſilbertröpfchen beſtehend erkennen wirſt; wenn du nun in die Röhre, gerade wie neulich, ein nur noch glimmendes Spänchen tauchſt, ſo wirſt du daſſelbe mit einem glänzenden Schein in Flammen ausbrechen ſehen. Erhitze nun das mittlerweile ſchwarz gewordene Pulver ſo lange, bis es ganz in Sauerſtoff, welcher entweicht, und Queckſilber, welches ſich wieder verdichtet, umgewandelt iſt, während du den angegebenen Verſuch mit dem glimmenden Hölzchen noch mehrmals wiederholen kannſt.

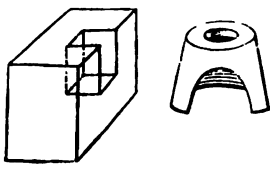
Es iſt demnach das Queckſilberoxyd durch die Hitze in ſeine Beſtandtheile, Queckſilber und Sauerſtoff, verwandelt, oder zerſetzt worden.

Ich bemerke beiläufig, daß 108 Gewichtstheile Queckſilber gerade 100 Gewichtstheile Queckſilber und 8 Theile Sauerſtoff geben. Bezeichnen wir alſo 100 Theile Queckſilber mit Hg (vom lateiniſchen Namen Hydrargyrum), ſo iſt die Formel für das Queckſilberoxyd HgO, wenn wir das chemiſche Verbundenſein durch Hinweglaſſung aller Zeichen bezeichnen; wir können daher den ganzen Vorgang mit allen dabei vorkommenden Gewichtsverhältniſſen durch die Gleichung $HgO = Hg + O$ darſtellen, wobei du dir unter jedem Zeichen die eben angedeuteten Gewichtsmengen (für ſämmtliche Körper dieſelben : Pfund, Loth u. ſ. w.) vorzuſtellen haſt.

Du wirſt nun wohl ſchon denken, daß auch andere Körper mit erhöhtem Glanze und größerer Leichtigkeit im Sauerſtoff verbrennen. Um dir dieſes durch ein kleines Experiment recht anſchaulich zu machen, kannſt du folgenden Verſuch anſtellen. Bringe etwas Salpeter, etwa ſo viel, wie ein Fingerhut faſſen mag, in eine unten geſchloſſene Röhre (wie zum vorhergehenden Verſuche), und erhitze ihn darin erſt allmälig zum Schmelzen und dann noch ſtärker, bis eine ſtarke Gasentwickelung eintritt. Mittlerweile lege ein kleines Stückchen Schwefel, von der Größe einer Erbſe, bereit und ſchlage, um dir die Finger bei dieſem übrigens ganz gefahrloſen Verſuche nicht zu verbrennen, ein mehrfach zuſammengefaltetes Papier feſt um den oberen Theil der Röhre, um dieſe mittelſt Zuſammenklemmen der freiſtehenden Enden feſtzuhalten. Wenn die Gasentwickelung aus dem geſchmolzenen Salpeter etwas ſtark geworden iſt, brauchſt du nur das Stückchen Schwefel hineinzuwerfen, um ihn ſofort mit einem ſo hellen Glanze verbrennen zu ſehen, daß das Auge ihn kaum zu ertragen vermag. Die dabei entwickelte Hitze iſt hinreichend, um dieſe Verbrennung auch dann noch zu unterhalten, wenn die Röhre aus der Flamme entfernt wird. Während des ganzen Vorganges wirſt du ein heftiges Geräuſch und bisweilen kleine Verpuffungen wahrnehmen. Beides iſt jedoch ohne Bedeutung und ich rathe dir nur, den Verſuch nicht in der unmittelbaren Nähe feuergefährlicher Stoffe anzuſtellen, da es häufig vorkommt, daß der untere Theil der Röhre abſchmilzt und als glühende Kugel zu Boden fällt, wobei du natürlich deine Kleider etwas zu hüten haſt.

Die Entwickelung des Sauerſtoffes aus dem geſchmolzenen Salpeter iſt zu erklären hier noch nicht der Ort. Dieſe Methode iſt zur Darſtellung größerer Mengen des reinen Gaſes auch nicht wohl anwendbar; wir müſſen dieſes vielmehr in folgender Weiſe vornehmen.

Fig. 112.

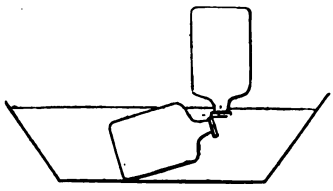


Zuerſt haſt du eine ſogenannte pneumatiſche Wanne zu beſchaffen. Dazu dient eine große ſteinerne Schale oder irgend eine blecherne oder irdene Schüſſel. Laſſe von einem Schreiner einen Klotz, von der Geſtalt der erſten der hier bezeichneten Figuren (Fig. 112) ſchneiden, der durch eine Blei- oder Eiſenplatte ſchwerer als Waſſer zu machen iſt, oder laſſe ein Stück Blech oder Blei von der anderen Geſtalt machen, oder verſchaffe dir ein rechteckiges Stück Blech, welches mit zwei oder drei runden Löchern und ein Paar Füßen verſehen iſt, die dazu dienen, es in die oben bezeichnete Schale oder Schüſſel zu ſtellen, und die pneumatiſche Wanne iſt fertig.

Nun bereite einige Flaſchen mit eingeriebenem Stöpſel durch Be-

ſtreichen der Stöpſel mit etwas Talg und Vertheilen deſſelben auf die ganze Berührungsfläche, mittelſt mehrmaligen Umdrehens, zur Aufnahme von Gaſen vor. Wenn der Talg überall zwiſchen Stopfen und Glas eine ganz dünne Schichte bildet, kann man auf vollkommenen Schluß mit Sicherheit rechnen. Du kannſt dazu der Wohlfeilheit wegen zwei weiße und mehrere hellgrüne Flaſchen nehmen. Die Zahl und Größe derſelben richtet ſich natürlich nach dem Umfange der Verſuche. Wir wollen dieſe ſo vorbereiteten Flaſchen kurzweg Gasflaſchen nennen. Ich rathe dir nun, dich durch folgende vorläufige Verſuche auf ihre Anwendung zum Experimentiren vorzubereiten: Fülle eine derſelben ganz mit Waſſer, verſtopfe ſie, ohne daß eine Luftblaſe darin bleibe, kehre ſie dann um und öffne ſie unter dem Waſſer der pneumatiſchen Wanne, die damit bis auf einige Zoll unter dem Rand gefüllt iſt. Dabei darf ſich keine Luftblaſe an dem nach oben gerichteten Boden der Flaſche zeigen. Nun ſtelle dieſe mit der Mündung über die (hölzerne oder blecherne) Brücke und richte unter deren Oeffnung eine Glasröhre. Wenn du nun in dieſe bläſeſt, ſo werden Luftblaſen in die Flaſche ſteigen und das Waſſer daraus verdrängen. Wenn dieſe ganz waſſerleer und luftgefüllt iſt, wobei keine Blaſe vorbei und verloren gehen darf, ſo ſtopfe ſie unter Waſſer zu und nimm ſie heraus, um den Verſuch zur Uebung noch mit einigen anderen zu wiederholen.

Fig. 113.

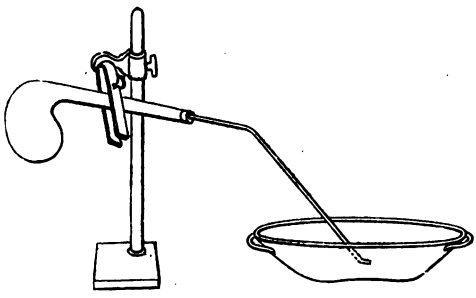


Um die in einer Flaſche enthaltene Luft in eine andere überzufüllen, wird letztere mit Waſſer gefüllt, dann werden beide unter Waſſer geöffnet und mit ihren Mündungen ſo an einander gehalten, wie es beiſtehende Figur 113 zeigt, und dabei die luftgefüllte allmälig mehr und mehr geneigt, bis die Luft ganz oder theilweiſe aus der einen in die andere getreten iſt. Sind die Flaſchenhälſe ſehr enge, ſo leiſtet ein in die zu füllende Flaſche geſteckter kleiner Trichter ſehr gute Dienſte. Endlich nimm eine mit Luft gefüllte Flaſche, oder ein eben ſolches Cylinderglas, verſchließe die Mündung unter Waſſer mit einer Untertaſſe oder kleinen Schale, und nimm ſie dabei in der Weiſe heraus, daß ihre Mündung ſtets unter das Waſſer des untergehaltenen Gefäßes taucht; es wird weder Luft, noch, wenn ſie auch etwas Waſſer enthielt, Waſſer daraus entweichen. Nun kehre ſie um und ziehe die Schale hinweg. Dieſe Manipulation wird dir öfter vorkommen; übe dich darin, ſo wie in den anderen gut ein; eine gewiſſe Behendigkeit und Ruhe dabei wird dir ſpäter ſehr zu ſtatten kommen.

Nun zerreibe im Mörſer, unter ſorgfältiger Vermeidung des Hineinfallens von Staub oder ſonſtigen fremden Körpern — wodurch

leicht ein großes Unglück entstehen könnte — ein oder mehrere Loth chlorsaures Kali zu grobem Pulver und füge dazu die Hälfte des Gewichtes an Braunstein; das Gemisch fülle in eine kleine Retorte ohne Tubus, an der mittelst eines Korkes oder passender eines Stückes Gummiröhre eine gebogene Glasröhre anzubringen ist (s. nachstehende Figur). Das Nähere hierüber brauche ich dir nicht anzugeben, du wirst diese Andeutungen jetzt vollkommen verstehen und danach verfahren können. Diese Retorte stelle nun so auf — entweder mittelst eines Retortenhalters, oder auf den Ofen mit Triangel — daß ihr Hals nach der Mündung zu geneigt ist (damit die etwa später frei werdende Feuchtigkeit nicht nach der heißen Retorte zurückfließe) und die Oeffnung der Röhre in das Wasser der pneumatischen Wanne taucht (Fig. 114).

Fig. 114.



Dann erhitze die Retorte nicht zu stark; es werden sofort, von der Ausdehnung der Luft herrührend, Blasen durch das Wasser entweichen; die ersten 20 oder 30 lasse verloren gehen, dann aber nimm eine ganz mit Wasser gefüllte Gasflasche, kehre sie um, öffne den Stöpsel unter dem Wasser und stelle sie umgekehrt auf die Brücke oder den Klotz, so daß die Glasröhre unter dieselbe gebracht werden kann, und die Gasblasen, die nunmehr aus Sauerstoff bestehen, in die Flasche steigen, um daraus allmälig das Wasser zu verdrängen. Ist sie mit Sauerstoff gefüllt, so verstopfe sie unter Wasser und stelle sie bei Seite. Eben so verfahre mit den übrigen Flaschen, bis der Gasstrom nur noch sehr langsam kommt und auch durch vermehrte Hitze nicht wieder beschleunigt wird. Dann nimm die Röhre aus dem Wasser und lasse die Retorte langsam erkalten; sie ist später zu spülen und dann durch Umkehren vom Wasser zu befreien.

Auch hier werde ich die Erklärung für diese Darstellungsweise des Sauerstoffes dir noch nicht geben, da du sie erst später recht verstehen würdest, und die beiden dir gründlicher bekannten Darstellungen einstweilen vollkommen ausreichen.

Du wirst nunmehr an dem Sauerstoff wahrgenommen haben, daß er ein farbloses Gas ist; daß er keinen Geruch und keinen Geschmack besitzt, wirst du bei dieser letzten Darstellung nicht beobachten können, weil sie nicht völlig reinen Sauerstoff liefert. Die wichtigste Eigenschaft des Sauerstoffes ist die dir schon bekannte, daß er die Verbrennung

unterhält. Um dir dies noch anſchaulicher zu machen, wirſt du den Verſuch mit dem glimmenden Hölzchen in etwas größerem Maßſtabe mittelſt des in einer Flaſche enthaltenen Gaſes wiederholen. Dann nimm eine andere und tauche darein eine an einem Drahte befeſtigte und glühend gemachte Kohle, die etwas zugeſpitzt und an der Spitze angezündet iſt: ſie wird mit lebhaftem Funkenſprühen verbrennen.

Nun nimm eine etwas große weiße Flaſche mit kurzem Halſe, fülle ſie auf die oben angegebene Weiſe aus deiner Vorrathsflaſche mit Sauerſtoff, doch ſo, daß noch etwas Waſſer darin bleibt; dann bringe, immer unter dem Waſſer der pneumatiſchen Wanne, eine Untertaſſe oder eine Porzellanſchale darunter, und laſſe ſie einen Augenblick mit der Mündung unter Waſſer darauf ſtehen. Nun nimm einen einen Fuß langen recht dünnen Draht (Clavierſaite), rolle ihn über einem Bleiſtifte zu einer lockeren Spirale, befeſtige an das eine Ende ein Stückchen Zündſchwamm, und ſtecke das andere in einen Kork, der ungefähr in die Flaſche paßt; dann zünde den Schwamm an, nimm die Flaſche mit der Schale unter ihrer Mündung aus dem Waſſer, ſtelle ſie aufrecht auf den Tiſch (wobei das noch darin enthaltene Waſſer ihren Boden bedecken und das ihre Mündung ſperrende Waſſer des Schälchens auf den Tiſch fallen wird), nimm ſchnell die Schale von der Mündung der Flaſche und ſtecke den Kork mit der Spirale und dem glimmenden Schwamme hinein. Dieſer wird mit hellem Lichte verbrennen und das Eiſen anzünden, das mit prächtigem Glanze und lebhaftem Funkenſprühen gleichfalls verbrennen wird, wobei die herabfallenden Tropfen des gebildeten Oxyds ſich ſelbſt durch die ſchützende Waſſerſchichte hindurch noch in's Glas einſchmelzen werden.

Haſt du nun noch viel Sauerſtoff übrig, ſo magſt du noch das lebhafte Verbrennen eines Stückchens Wachskerze, das an einem Drahte befeſtigt hineinzutauchen wäre, beobachten, ſorge aber dafür, daß du noch etwas übrig behältſt, damit du ein oder zwei Fläſchchen voll für ſpätere Verſuche bei Seite ſtellen kannſt; den Inhalt dieſer Flaſchen verwahre nicht allein durch ſtarkes Eindrehen der Stöpſel, ſondern binde dieſe noch mittelſt Bindfaden an den Hals feſt, oder ſtelle die verſchloſſenen Flaſchen mit ihren Mündungen in ein kleines Gefäß mit Waſſer; dieſer „hydrauliſche" Verſchluß iſt immer der beſte.

27. Brief.

Verbrennung; Oxyde. Verbindungsgesetze. Spec. Gewicht. — Luft; Stickstoff; Eigenschaften desselben. Zusammensetzung der Luft, Löslichkeit derselben in Wasser.

Wir haben in dem Vorhergehenden so oft das Wort „Verbrennen“ gebraucht, daß du wohl schon selbst herausgefunden haben wirst, was eigentlich darunter zu verstehen ist. Wir haben nämlich immer da von einem Verbrennen gesprochen, wo sich verschiedene Körper mit Sauerstoff verbinden: es verbrennt der Schwefel, das Eisen, das Holz u. s. w. Daß sich dabei immer Wärme entwickelte, wirst du gleichfalls bemerkt haben; es ist dies eine nicht allein die Verbindung mit Sauerstoff, sondern überhaupt jede chemische Verbindung begleitende Erscheinung. Ja, es tritt diese Entwickelung von Wärme so allgemein da auf, wo sich zwei Körper chemisch verbinden, daß man die Wärmeentwickelung in zweifelhaften Fällen als einen Beweis für das Vorhandensein eines solchen Vorganges gelten lassen kann. Das Erscheinen des Lichtes ist nur eine Folge großer Wärmebildung, und hängt daher nur in so fern mit der Verbrennung zusammen, als diese diejenige chemische Verbindung ist, wobei am meisten Wärme entwickelt wird, weshalb wir sie auch da künstlich hervorrufen, wo wir Wärme erzeugen wollen. Ja es ist, außer der Sonne, die Verbrennung bei weitem die wichtigste Quelle der Wärme, indem alle anderen gegen diese von verschwindendem Werthe sind. Ich kann dich schon hier darauf aufmerksam machen, daß selbst die Wärme der Menschen und Thiere eine Folge der Verbrennung ist, indem sich die Bestandtheile der genossenen Speisen mit dem eingeathmeten Sauerstoffe verbinden, und somit Wärme erzeugt wird.

Da, wie du weißt, das Wort Oxyd die Bezeichnung einer Verbindung mit Sauerstoff ist, so wird es dir klar sein, daß das Produkt

einer jeden Verbrennung ein Oxyd sein muß; man nennt daher eine Verbrennung auch eine Oxydation, was wiederum nichts anderes sagen will, als Verbindung mit Sauerstoff (Oxygenium). Bei der Verbrennung des Schwefels bildet sich also ein Oxyd des Schwefels, bei der des Eisens ein Oxyd des Eisens, und das Wasser ist also auch ein Oxyd des Wasserstoffes und kann Wasserstoffoxyd genannt werden.

Das Verhältniß, in welchem sich der Sauerstoff mit den Körpern verbindet, ist kein unbestimmtes, oder von der vorhandenen Quantität abhängendes; du kennst schon dasjenige, in welchem er sich mit dem Wasserstoff und mit dem Queckſilber vereinigt. Ich bestimme es noch näher, indem ich sage, daß es außer diesem noch ein anderes giebt; es existirt nämlich noch eine Verbindung, welche auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff 16 Gewichtstheile Sauerstoff enthält, ihre Formel ist HO_2, indem man durch diese Ziffer andeutet, daß 2 mal 8 Gewichtstheile Sauerstoff (2 mal O) mit dem 1 Gewichtstheil Wasserstoff (H) verbunden sind. Dagegen ist es durchaus unmöglich, eine Verbindung von 1 Theil Wasserstoff mit 7, 9, 10 oder überhaupt mit einer anderen Menge Sauerstoff als den beiden genannten hervorzurufen. Dasselbe gilt für die Verbindungen aller anderen Körper mit Sauerstoff, und man sagt daher im Allgemeinen: eine bestimmte Gewichtsmenge eines Körpers kann sich nur mit 8 Gewichtstheilen oder mit einem ganzen Vielfachen dieser Menge verbinden. Man bezieht deshalb alles auf 8 Theile Sauerstoff, weil dadurch immer diejenige Menge beibehalten werden kann, welche sich mit 1 Theil Wasserstoff verbindet. So z. B. können sich 100 Gewichtstheile Queckſilber (Hg) nicht allein mit 8, sondern auch noch mit 4 Theilen Sauerstoff verbinden. Man müßte deshalb, da O einmal 8 Theile Sauerstoff bedeutet, schreiben $HgO_{\frac{1}{2}}$. Um aber die 8 Gewichtstheile Sauerstoff beizuhalten, sagt man lieber, es verbinden sich 200 Theile Queckſilber (also 2 Hg oder Hg_2) mit 8 Theilen Sauerstoff. Diese Verbindung ist also Hg_2O. Wir werden diese Schreibweise, so wie das eben ausgesprochene Gesetz ganz allgemein in der Chemie finden.

Schließlich habe ich noch etwas über die übrigen Eigenschaften des Sauerstoffes zu sagen: daß derselbe in Wasser nur wenig löslich sein kann, wirst du schon daraus entnehmen können, daß wir ihn über Wasser aufgesammelt haben, ohne daß die Größe der Blasen während ihres Durchgehens durch das Wasser sichtlich abnahm.

In Bezug auf seine Eigenschwere oder sein specifisches Gewicht magst du dir merken, daß er etwas schwerer ist als die Luft. Wenn man ein luftleer gemachtes Gefäß wägt, es hierauf mit reiner atmosphä-

rischer Luft anfüllt und wieder wägt, so wird es an Gewicht zunehmen; wir wollen annehmen, diese Zunahme betrage 1000 Theile irgend eines Gewichtes. Wenn wir nun dieses Gefäß mit reinem Sauerstoff, statt mit Luft füllten, so würden wir finden, daß es gegen das erste Mal um 1106 Gewichtstheile zugenommen hat. Es verhalten sich also die Gewichte eines Raumtheiles Luft und desselben Raumtheiles Sauerstoff wie 1000 : 1106 oder wie 1 : 1,106. Das specifische Gewicht des Sauerstoffes ist also 1,106. Diese ganz allgemein gültige Erklärung der Bedeutung und Ermittelung des specifischen Gewichtes werde ich in Zukunft nicht wiederholen, sondern einfach die Zahlen angeben, wobei für alle Gase die Luft als Einheit gilt.

Da die Körper, wie Schwefel, Wachs, Holz, ja selbst Eisen, welche in dem Sauerstoff brennen, auch in der atmosphärischen Luft brennen, obwohl mit geringerer Heftigkeit und geringerem Glanze, so scheint es schon hiernach, als ob die Luft Sauerstoff enthalten müsse. Ich sage „es scheint", denn es ist dieses allein keineswegs ein Beweis dafür; du wirst später erfahren, daß es auch noch andere Fälle giebt, wo durch die Verbindung zweier Körper so viel Wärme frei wird, daß eine heftige Lichtentwickelung stattfindet. Wenn man nun aus der Luft denjenigen Körper fortschafft, welcher die Verbrennung bewirkt, so bleibt eine andere Luftart übrig, die ungefähr ⅘ des ursprünglichen Volumens einnimmt und Eigenschaften besitzt, die von denen der bisher uns bekannt gewordenen Gase gänzlich abweichen. Diese Luftart nennt man

Stickstoff.

Die Isolirung des Stickstoffes aus der Luft durch Wegnahme des Sauerstoffes kann geschehen:

1) dadurch, daß man die Luft durch eine Röhre strömen läßt, in welcher Eisen in Form von Draht geglüht wird, welches sich in der Hitze mit dem Sauerstoff (zu einem Oxyde des Eisens) verbindet;

2) dadurch, daß man einen sehr sauerstoffbegierigen Körper, wie z. B. Phosphor, Spiritus u. s. w. in einem abgeschlossenen Luftquantum verbrennt, und die gebildeten Oxyde auf irgend eine Art von dem übrig bleibenden Stickstoff abscheidet.

Ich will dir keine von diesen beiden Methoden empfehlen; theils sind die dabei vorkommenden Apparate allzu umständlich, theils mangelt es die vollkommene Absorbirung aller fremden Stoffe noch nicht hinreichend sicherstellen, theils sind die Versuche, welche mit dem Stickstoff angestellt worden sind, nicht belehrend genug, um sie Ihnen

Waſſerſtoff mit H, und (1) wie ſchon früher, 8 Gewichtstheil Sauerſtoff mit O, ſo iſt demnach die Zuſammenſetzung des Waſſers auszudrücken durch H + O, oder wie man es abgekürzt zu ſchreiben pflegt, durch HO. Daraus folgt z. B. ſehr einfach die Berechnung derjenigen Mengen dieſer beiden Stoffe, welche in einer beſtimmten Menge Waſſer enthalten ſind: Da auf 9 Thle. Waſſer 1 Th. Waſſer- und 8 Th. Sauerſtoff kommen, ſo iſt alle Mal ⅑ des Gewichts des Waſſers Waſſerſtoff und ⅞ deſſelben Sauerſtoff.

Doch mein Brief wird allzu lang — du haſt da Material genug um bis zu meinem nächſten zu ſtudiren und zu probiren.

Anzuſchaffen zu den nächſten Verſuchen ſind:

½ Loth Queckſilberoxyd,
4 Loth Salpeter,
2 weiße und 4 grüne Glasflaſchen mit eingeriebenem Glasſtöpſel,
4 Loth chlorſaures Kali,
½ Pfund Braunſtein.

(1) Sauerſtoff heißt im Lateiniſchen Oxygenium.

26. Brief.

Sauerſtoff; Darſtellung aus Queckſilberoxyd, Zuſammenſetzung dieſes Körpers. Verbrennung des Schwefels in Sauerſtoff. Pneumatiſche Wanne; Gasflaſchen, Manipulationen mit Gaſen. Andere Darſtellung des Sauerſtoffes und Verſuche damit; Eigenſchaften deſſelben.

Es wird nun zunächſt darauf ankommen, etwas größere Mengen Sauerſtoff und Waſſerſtoff darzuſtellen, um ihre Eigenſchaften genauer nnen lernen zu können. Wir wenden uns zunächſt zum

Sauerſtoff.

Der Sauerſtoff kann auf mancherlei Weiſe dargeſtellt werden, e du nach und nach kennen lernen wirſt. Die einfachſte und lehrchſte iſt die aus Queckſilberoxyd. Du weißt ſchon, daß die Endung yd (ſ. Brief 14) eine Verbindung mit Sauerſtoff bezeichnet, daß ſo Queckſilberoxyd aus Queckſilber und Sauerſtoff beſteht. Für geringen reis erhältſt du ½ Loth Queckſilberoxyd, welche Menge zu den folgenden erſuchen völlig hinreichen wird. Sollteſt du es aber vorziehen, dieſen örper ſelbſt darzuſtellen, ſo kann dieſes leicht auf folgendem Wege gehen.

In ähnlicher Weiſe wie das Antimon (Brief 6) wird eine kleine enge — ein dicker Tropfen reicht ſchon hin — Queckſilber mit Salterſäure behandelt. Die hierbei, gerade wie damals, entweichenden then Dämpfe ſind ein Beweis dafür, daß aus der Salpeterſäure Sauerſtoff zum Queckſilber geht, obwohl dabei kein weißes Pulver, ſondern ne nach dem Erkalten kryſtalliſirende Verbindung entſteht. Da es aber f die Darſtellung derſelben nicht ankommt, ſo brauchſt du die Bildung r Kryſtalle nicht abzuwarten, ſondern kannſt, ſobald alles Queckſilber erſchwunden iſt, was durch Erhitzen zu beſchleunigen ſein wird, Alles r Trockniß abdampfen und das erhaltene Pulver in einem Tiegel nicht

wenn wir auch die übrigen Beimengungen derſelben werden kennen lernt haben.

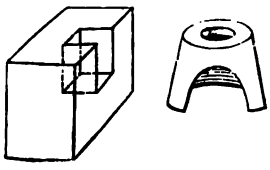
Du bedarfſt für deine nächſten Verſuche:

½ Drachme Kalium,
1 Pfund Zink.

Du wirſt nun wohl ſchon denken, daß auch andere Körper mit erhöhtem Glanze und größerer Leichtigkeit im Sauerſtoff verbrennen. Um dir dieſes durch ein kleines Experiment recht anſchaulich zu machen, kannſt du folgenden Verſuch anſtellen. Bringe etwas Salpeter, etwa ſo viel, wie ein Fingerhut faſſen mag, in eine unten geſchloſſene Röhre (wie zum vorhergehenden Verſuche), und erhitze ihn darin erſt allmälig zum Schmelzen und dann noch ſtärker, bis eine ſtarke Gasentwickelung eintritt. Mittlerweile lege ein kleines Stückchen Schwefel, von der Größe einer Erbſe, bereit und ſchlage, um dir die Finger bei dieſem übrigens ganz gefahrloſen Verſuche nicht zu verbrennen, ein mehrfach zuſammengefaltetes Papier feſt um den oberen Theil der Röhre, um dieſe mittelſt Zuſammenklemmen der freiſtehenden Enden feſtzuhalten. Wenn die Gasentwickelung aus dem geſchmolzenen Salpeter etwas ſtark geworden iſt, brauchſt du nur das Stückchen Schwefel hineinzuwerfen, um ihn ſofort mit einem ſo hellen Glanze verbrennen zu ſehen, daß das Auge ihn kaum zu ertragen vermag. Die dabei entwickelte Hitze iſt hinreichend, um dieſe Verbrennung auch dann noch zu unterhalten, wenn die Röhre aus der Flamme entfernt wird. Während des ganzen Vorganges wirſt du ein heftiges Geräuſch und bisweilen kleine Verpuffungen wahrnehmen. Beides iſt jedoch ohne Bedeutung und ich rathe dir nur, den Verſuch nicht in der unmittelbaren Nähe feuergefährlicher Stoffe anzuſtellen, da es häufig vorkommt, daß der untere Theil der Röhre abſchmilzt und als glühende Kugel zu Boden fällt, wobei du natürlich deine Kleider etwas zu hüten haſt.

Die Entwickelung des Sauerſtoffes aus dem geſchmolzenen Salpeter iſt zu erklären hier noch nicht der Ort. Dieſe Methode iſt zur Darſtellung größerer Mengen des reinen Gaſes auch nicht wohl anwendbar; wir müſſen dieſes vielmehr in folgender Weiſe vornehmen.

Fig. 112.



Zuerſt haſt du eine ſogenannte pneumatiſche Wanne zu beſchaffen. Dazu dient eine große ſteinerne Schale oder irgend eine blecherne oder irdene Schüſſel. Laſſe von einem Schreiner einen Klotz, von der Geſtalt der erſten der hier bezeichneten Figuren (Fig. 112) ſchneiden, der durch eine Blei- oder Eiſenplatte ſchwerer als Waſſer zu machen iſt, oder laſſe ein Stück Blech oder Blei von der anderen Geſtalt machen, oder verſchaffe dir ein rechteckiges Stück Blech, welches mit zwei oder drei runden Löchern und ein Paar Füßen verſehen iſt, die dazu dienen, es in die oben bezeichnete Schale oder Schüſſel zu ſtellen, und die pneumatiſche Wanne iſt fertig.

Nun bereite einige Flaſchen mit eingeriebenem Stöpſel durch Be-

ſcheinung ihren Grund hat, will ich dir ein anderes Mal erklären, da es eigentlich in die Phyſik gehört; jetzt will ich dich nur warnen, daß du deine Augen zu wahren haſt, wenn du den Verſuch anſtellſt, da das Kali dir ſonſt leicht ſehr großen Schaden zufügen könnte. Den Verſuch ſelbſt aber wirſt du in der Weiſe anſtellen, daß du ein wohl abgetrocknetes kleines Stückchen Kalium auf ein großes Gefäß mit Waſſer fallen läßt, wobei darauf zu achten, daß es nicht beim Fallen untertauche, daß du dich einige Schritte entferneſt, wenn das Kalium auf dem Waſſer befindlich iſt, und daß du die Augen abwendeſt, wenn die Flamme erliſcht, da gleich darauf die kleine Exploſion zu erfolgen pflegt. Achte wohl auf die oben bezeichneten Erſcheinungen, und tauche am Ende des Verſuches, den du einige Male wiederholen magſt, ein rothes Lackmuspapier in das Waſſer des Gefäßes; es wird blau gefärbt erſcheinen, eine Veränderung, die der Gegenwart des Kalis in dem Waſſer zugeſchrieben werden muß. Dann aber ſtelle dieſe Löſung, wenn anders du eine nicht gar zu geringe Menge Kalium verbraucht haſt, zum Abdampfen und Concentriren auf den Ofen.

Wenn man die Gewichtsmengen Waſſerſtoff und Kalium mit einander vergleicht, welche bei der Zerſetzung des Waſſers auftreten, ſo ſtellt ſich folgendes heraus: Um aus 9 Gewichtstheilen Waſſer den darin enthaltenen 1 Gewichtstheil Waſſerſtoff abzuſcheiden, ſind 39,2 Gewichtstheile Kalium erforderlich. Dieſe vertreten alſo genau den 1 Theil Waſſerſtoff (H), um ſich mit den 8 Theilen Sauerſtoff (O) zu verbinden; es ſind alſo 1 Gewichtstheil Waſſerſtoff und 39,2 Theile Kalium einander äquivalent. Wenn man alſo 1 das Aequivalent des Waſſerſtoffes nennt, ſo iſt 39,2 das des Kaliums. Nennen wir nun 39,2 Gewichtstheile Kalium K, ſo wird alſo aus K + HO nach der Zerſetzung H + KO und aus den 39,2 Gewichtstheilen Kalium ſind geworden 39,2 + 8 = 47,2 Theile Kali.

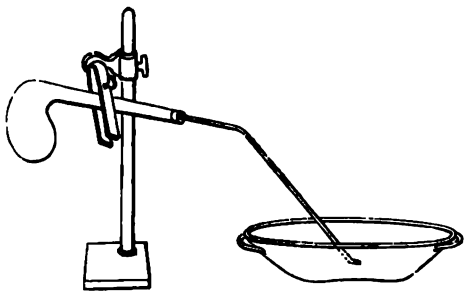
Wollte man demnach diejenige Menge Kalium beſtimmen, die zur Darſtellung einer beſtimmten Menge, z. B. 4 Loth Waſſerſtoff auf dieſem Wege erforderlich wäre, ſo würde man das Aequivalent dieſer Menge zu berechnen haben. Da 39,2 das Aequivalent von 1 Theil Waſſerſtoff iſt, ſo iſt 4 . 39,2 = 156,8 Loth das von 4 Loth Waſſerſtoff, oder diejenige Menge, welche die 4 Loth Waſſerſtoff frei machen wird. Du findeſt leicht, daß dadurch 188,8 Loth Kali gebildet werden würden.

Daß dieſe Berechnungen ſich auf Raumtheile der Gaſe nicht unmittelbar anwenden laſſen, brauche ich wohl kaum zu erwähnen; man müßte dazu erſt das Gewicht derſelben berechnen; doch davon ein anderes Mal.

Aus der gegebenen Berechnung leuchtet ein, daß dieſe Methode, Waſſerſtoff darzuſtellen, für größere Mengen nicht anwendbar iſt; es

leicht ein großes Unglück entſtehen könnte — ein oder mehrere Loth chlorſaures Kali zu grobem Pulver und füge dazu die Hälfte des Gewichtes an Braunſtein; das Gemiſch fülle in eine kleine Retorte ohne Tubus, an der mittelſt eines Korkes oder paſſender eines Stückes Gummiröhre eine gebogene Glasröhre anzubringen iſt (ſ. nachſtehende Figur). Das Nähere hierüber brauche ich dir nicht anzugeben, du wirſt dieſe Andeutungen jetzt vollkommen verſtehen und danach verfahren können. Dieſe Retorte ſtelle nun ſo auf — entweder mittelſt eines Retortenhalters, oder auf den Ofen mit Triangel — daß ihr Hals nach der Mündung zu geneigt iſt (damit die etwa ſpäter frei werdende Feuchtigkeit nicht nach der heißen Retorte zurückfließe) und die Oeffnung der Röhre in das Waſſer der pneumatiſchen Wanne taucht (Fig. 114).

Fig. 114.



Dann erhitze die Retorte nicht zu ſtark; es werden ſofort, von der Ausdehnung der Luft herrührend, Blaſen durch das Waſſer entweichen; die erſten 20 oder 30 laſſe verloren gehen, dann aber nimm eine ganz mit Waſſer gefüllte Gasflaſche, kehre ſie um, öffne den Stöpſel unter dem Waſſer und ſtelle ſie umgekehrt auf die Brücke oder den Klotz, ſo daß die Glasröhre unter dieſelbe gebracht werden kann, und die Gasblaſen, die nunmehr aus Sauerſtoff beſtehen, in die Flaſche ſteigen, um daraus allmälig das Waſſer zu verdrängen. Iſt ſie mit Sauerſtoff gefüllt, ſo verſtopfe ſie unter Waſſer und ſtelle ſie bei Seite. Eben ſo verfahre mit den übrigen Flaſchen, bis der Gasſtrom nur noch ſehr langſam kommt und auch durch vermehrte Hitze nicht wieder beſchleunigt wird. Dann nimm die Röhre aus dem Waſſer und laſſe die Retorte langſam erkalten; ſie iſt ſpäter zu ſpülen und dann durch Umkehren vom Waſſer zu befreien.

Auch hier werde ich die Erklärung für dieſe Darſtellungsweiſe des Sauerſtoffes dir noch nicht geben, da du ſie erſt ſpäter recht verſtehen würdeſt, und die beiden dir gründlicher bekannten Darſtellungen einſtweilen vollkommen ausreichen.

Du wirſt nunmehr an dem Sauerſtoff wahrgenommen haben, daß er ein farbloſes Gas iſt; daß er keinen Geruch und keinen Geſchmack beſitzt, wirſt du bei dieſer letzten Darſtellung nicht beobachten können, weil ſie nicht völlig reinen Sauerſtoff liefert. Die wichtigſte Eigenſchaft des Sauerſtoffes iſt die dir ſchon bekannte, daß er die Verbrennung

felsäure (oder des schwefelsauren Wassers), wenn wir die chemische Verbindung durch ein Komma andeuten, $\overline{S}$, OH. Bezeichnen wir nun das Aequivalent (32,6 Gewichtstheile) Zink mit Zn, so giebt:

$$\overline{S}, OH + Zn = \overline{S}, OZn + H,$$

welches demnach die Formel dieser Zersetzung ist.

Du wirst fragen, wozu die Menge Wasser dient, welche ich dich gleich anfangs zum Zink setzen ließ? Sie dient dazu, um das entstehende schwefelsaure Zinkoxyd aufzulösen, welches sonst der Berührung zwischen Zink und Schwefelsäure hinderlich sein würde. Daß diese Verbindung wirklich in nicht unbedeutender Menge entsteht (auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff müssen 80,6 Gewichtstheile gebildet werden), kannst du daran erkennen, daß die Flüssigkeit, welche sich stark erhitzt, nach dem Erkalten Krystalle davon abscheidet, wenn nicht gar zu viel Wasser zugesetzt worden. Wirklich entwickelt sich beim Zusammenbringen von reiner Schwefelsäure und Zink kein Wasserstoff, weil sich das anfangs in sehr geringer Menge gebildete schwefelsaure Zinkoxyd als schützender Ueberzug über das Zink legt; erst beim Zusetzen des lösenden Wassers beginnt in diesem Falle die Gasentwickelung.

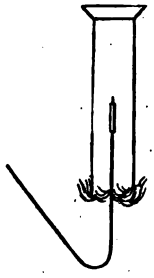
Bei Anwendung von Eisen treten ganz ähnliche Umstände auf: dieses vertritt den Wasserstoff, und zwar sind zum Vertreten von 1 Theil Wasserstoff 28 Theile Eisen erforderlich, die also jenen äquivalent sind. Es ist schon hieraus ersichtlich, daß 28 Theile Eisen und 32,6 Theile Zink einander äquivalent sind, wenn nicht auch außerdem sich Zink und Eisen stets in diesem Verhältnisse verträten. Gehen wir also von der Zahl 1 für den Wasserstoff aus, so haben wir hier schon die Aequivalente für mehrere Stoffe, d. h. diejenigen Mengen, die sich entweder mit diesen verbinden, oder diese vertreten können. Diese erste Zahl, von der wir ausgehen, ist völlig willkürlich, wäre sie 2, 3, 4, so müßten wir nun alle anderen Zahlen, damit das Verhältniß bleibe, mit 2, 3, 4 multipliciren. Dadurch würden aber diese Zahlen alle unnöthig vergrößert werden, so wie es sich denn herausgestellt hat, daß keine andere Grundzahl so einfache und zwar meist ganze Zahlen giebt, wie diese.

Es wird nun hinreichend Wasserstoff entwichen sein, um sicher zu sein, daß der nun sich entwickelnde nicht mehr mit Luft aus dem Apparate gemischt ist; es muß etwa das doppelte dessen entweichen, was dieser enthalten kann. Wenn du davon überzeugt zu sein glaubst, so fange in der pneumatischen Wanne ein Cylinderglas voll auf; ziehe dieses, nachdem es vollkommen gefüllt ist, aus dem Wasser, und stecke das Gas darin, die Mündung des Glases nach unten gerichtet, an; es wird ruhig mit fast gar nicht leuchtender Flamme abbrennen. Sollte dabei ein leichter Knall entstehen, so würde dies ein Beweis dafür sein,

daß noch Luft in dem Waſſerſtoff enthalten geweſen, oder daß dieſe während des Herausziehens des Glaſes Gelegenheit gefunden hatte, hineinzutreten.

Dieſe Brennbarkeit des Waſſerſtoffes haben wir ſchon früher kennen gelernt; wie wird ſich aber der Waſſerſtoff gegen brennende Körper verhalten? Dieſelben müſſen darin offenbar, weil die Verbrennung nur eine Verbindung mit Sauerſtoff iſt, verlöſchen. Stecke in ein mittlerweile mit Waſſerſtoff gefülltes Cylinderglas, deſſen Oeffnung ebenfalls nach unten gehalten wird, ein Stückchen Wachskerze, das an einem Draht befeſtigt und angezündet iſt; es wird den Waſſerſtoff an ſeiner unteren Fläche entzünden, dann aber, wenn es ganz von Waſſerſtoff umgeben iſt, darin verlöſchen (Fig. 115); ziehſt du es nun behutſam wieder heraus, ſo entzündet ſich der Wachsſtock wieder an der brennenden Waſſerſtoffſchichte, um, zum zweiten Male in das Gas hineingetaucht, darin wieder zu verlöſchen, ein Spiel, das ſich wiederholt, bis aller Waſſerſtoff verbraucht iſt.

Fig. 115.

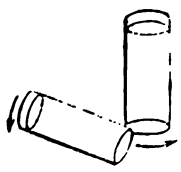


Warum halten wir bei allen dieſen Verſuchen die Gläſer umgekehrt? Ich habe dir ſchon früher geſagt, daß der Waſſerſtoff eine ſehr leichte Luftart iſt. Sie iſt in der That viel leichter als die atmoſphäriſche Luft (wovon ſie nur etwa den 14ten Theil wiegt), und würde in dieſer aus einem oben offenen Gefäße in die Höhe ſteigen, um der einfallenden Luft Platz zu machen, während ſie in einem nur unten offenen Gefäße lange verbleiben muß, indem ſie durch den Boden am Aufſteigen gehindert wird (1). Durch folgende Verſuche kann dieſe große Leichtigkeit des Waſſerſtoffes noch mehr veranſchaulicht werden: Verſchließe ein kleines Cylinderglas, nachdem es mit dem Gaſe gefüllt worden, mittelſt einer Glasplatte oder einer Untertaſſe, nimm es aus dem Waſſer, ſtelle es aufrecht auf den Tiſch und öffne es ſodann. Ein anderes Glas halte, mit dem Gas gefüllt, eine Zeit lang umgekehrt in die Luft. Dann tauche in jedes einen brennenden Körper. In dem erſten Glas wird derſelbe wie in der Luft fortbrennen, weil der Waſſerſtoff entwichen iſt, in letzterem wird er aber die Anweſenheit des Gaſes durch deſſen Anzünden, das vielleicht mit einem kleinen Knalle erfolgen wird, nach-

(1) Um dir dieſes recht klar zu machen, kannſt du das entſprechende Experiment mit einer Schüſſel Waſſer anſtellen, in welche du erſt aufrecht, dann umgekehrt ein kleines Glas mit Oel untertauchſt. Um letzteres bewirken zu können, muß das mit Oel gefüllte Gläschen anfangs mit einer Glasplatte oder einem Stückchen Papier verſchloſſen gehalten werden, damit man es umkehren kann; wenn das Ganze völlig unter dem Waſſer ſteht, wird dann letzteres weggenommen, worauf das Oel nicht austreten wird.

weiſen. Auch kannſt du zwei kleine Cylindergläſer (1) von gleicher Größe (etwa zwei Waſſergläſer, oder zwei kleine Einmachgläſer), das eine mit Waſſerſtoff, das andere mit Luft gefüllt, behutſam mit den Mündungen auf einander ſtellen. War gleich anfangs der Waſſerſtoff oben, ſo wird ein brennender Fidibus auch nach einigen Minuten daſelbſt den Waſſerſtoff, und unten die Luft andeuten; war aber der mit Waſſerſtoff gefüllte Cylinder unten, ſo wird ſich nach einiger Zeit dieſes Gas im oberen zeigen, während der untere faſt nur mit Luft gefüllt ſein wird.

Fig. 116.



Endlich kannſt du den Waſſerſtoff aus einem Cylinder in den anderen ausgießen, nur müſſen beide dann umgekehrt gehalten und der den Waſſerſtoff enthaltende allmälig geneigt werden (Fig. 116), weil der Waſſerſtoff nicht herabfällt, ſondern hinaufſteigt. Du wirſt, um die zu allen dieſen Verſuchen nöthige Menge Waſſerſtoff zu erhalten, von Zeit zu Zeit Schwefelſäure und Waſſer dem Apparate zuſetzen müſſen; iſt er dadurch zu voll geworden, ſo muß er ausgeleert werden, was in der früher (S. 115 des erſten Theils) bezeichneten Weiſe geſchehen kann. Sollte dabei, was aber vermieden werden kann, Luft in den Apparat gelangt ſein, ſo iſt die Gasentwickelung vor der Fortſetzung der Verſuche eine Zeit lang fortzuſetzen, damit wieder alle Luft entweiche, ehe der Waſſerſtoff benutzt wird.

Für ſich verbrennt nämlich der Waſſerſtoff ganz ruhig, weil er nur an ſeiner Oberfläche, da wo er mit der Luft zuſammenkommt, brennen kann. Iſt er aber mit Luft gemiſcht, ſo kann die Verbrennung überall gleichzeitig vor ſich gehen und geſchieht dann wegen der plötzlich durch die Hitze bewirkten Ausdehnung der Gaſe mit einer heftigen Exploſion, die noch dadurch verſtärkt wird, daß ſich die glühenden Gaſe plötzlich in der kälteren Luft wieder zuſammenziehen, worauf dieſe in den entſtehenden leeren Raum mit Heftigkeit hineinſtürzt. Um dir dies anſchaulich zu machen, kannſt du folgenden ganz gefahrloſen Verſuch anſtellen: Fülle eine kleine Medicinflaſche zu ⅔ mit Waſſer, ſtürze ſie dann in die Wanne um, und laſſe das Waſſer durch Waſſerſtoff vollends verdrängen; die Flaſche wird alsdann 2 Raumtheile Waſſerſtoff und 5 Raumtheile Luft enthalten. Verſchließe ſie unter Waſſer mit einem dicht ſchließenden Kork, nimm ſie dann heraus und umwickele ſie

(1) Bei dieſen Verſuchen muß ich dich ganz beſonders ermahnen, genau dem Wortlaute meiner Anweiſungen zu folgen, und nicht z. B. einmal eine Flaſche an der Stelle eines Cylinderglaſes zu nehmen u. ſ. w. Ein großes Unglück könnte die Folge ſein, während du bei genauer Nachachtung meiner Vorſchriften auch nicht das mindeſte zu beſorgen haſt.

recht sorgfältig mit einem Handtuch, so daß alle Theile außer der Mündung gleichmäßig davon bedeckt sind; nimm dann ein zweites Handtuch und schlage dasselbe lose so um die Flasche, daß diese wie von einem Mantel umhüllt erscheint und nur oben die Mündung mit dem Pfropfen hervorsieht. Nun halte sie mit einer Hand durch Zusammenfassen des losen Handtuches in der Gegend des Flaschenhalses frei in die Luft, nimm einen brennenden Fidibus zur Hand, öffne den Stopfen und zünde in demselben Augenblicke das Gasgemisch in der Flasche an; es wird mit heftigem Knalle explodiren, und die Flasche in der Regel nicht zertrümmern; doch kann dies auch eben so leicht geschehen, und die angegebenen Vorsichtsmaßregeln sollen dich vor den Folgen schützen.

Noch heftiger wird die Explosion sein, wenn mit dem Wasserstoff Sauerstoff statt der Luft gemischt wird. Dazu nimmst du den von neulich noch aufgehobenen und füllst die Flasche genau zu ⅔ mit Wasserstoff und dann zu ⅓ mit Sauerstoff, was am besten bewerkstelligt wird, wenn vorher die Stelle, bis zu welcher das Einfüllen stattfinden soll, an der Flasche bezeichnet worden.

Bei der Explosion, welche jetzt viel stärker sein und die Flasche zertrümmern wird, wirst du an der Hand, die die Flasche hält, einen Stoß verspüren und dann das Handtuch mit Scherben angefüllt finden. In der That ist die Gewalt dieser Erschütterung so heftig, daß schon die stärksten Apparate dadurch zerschmettert worden sind.

Du siehst daraus, wie wichtig es war, erst dann mit dem Wasserstoff zu experimentiren, wenn du völlig überzeugt sein konntest, daß derselbe von aller Luft frei war, die in dem Apparate enthalten gewesen. Wenn dieser so beschickt worden, daß er noch einen reichlichen Strom Wasserstoff giebt, so wechsele die Ableitungsröhre gegen eine andere senkrechte um, die an ihrem Ende in eine Spitze ausgezogen ist (s. Brief 19). Nach einiger Zeit zünde den Wasserstoff an dieser Spitze an und halte dann über die entstehende Flamme ein weites Glas; du wirst dasselbe sich beschlagen sehen, und bald darauf werden sich sogar Tropfen zeigen, die an der Wand herabrinnen, und die, wie du dich leicht überzeugen wirst, aus reinem Wasser bestehen, da sie weder Geschmack noch Geruch zeigen, völlig klar und farblos sind, und beim Verdunsten in einem Uhrglas keinen Rückstand hinterlassen.

Es ist also hierdurch erwiesen, daß durch die Verbrennung des Wasserstoffes Wasser gebildet wird, wodurch das Wasser abermals für ein Oxyd des Wasserstoffes erklärt wird; du kannst dich leicht überzeugen, daß dieses reinste aller Wasser weder bei dem rothen, noch bei dem blauen Lackmuspapier eine Farbenveränderung hervorbringt.

Setze noch etwas Schwefelsäure zu der Flüssigkeit in der Flasche, damit der Gasstrom etwas stark und die Flamme etwas groß werde.

Beobachte den Mangel an Leuchtkraft bei derſelben, ſelbſt im Dunkelen, und bringe dann mittelſt eines Drahtes die Spitze eines kleinen ſcharfen Kreideſtückchens in den Rand derſelben; du wirſt dieſes ſofort hell leuchten ſehen: durch die Hitze weißglühend gemacht, ſtrahlt es ein blendendes Licht aus, und zwar am ſtärkſten von den feinſten Punkten, die eben nur die Flamme berühren.

Eben ſo wird ein Stückchen Eiſendraht, Kohle oder auch etwas Kohlenſtaub, in die Flamme gebracht, hellleuchtend.

Am größten iſt die entwickelte Hitze und mithin am hellſten das Licht der glühenden Körper, wenn der Waſſerſtoff in reinem Sauerſtoff brennt und beide Gaſe genau in dem Verhältniß gemiſcht ſind, in welchem ſie ſich verbinden. Ein ſolches Gasgemiſch heißt **Knallgas**, Apparate, welche zu ſeiner gefahrloſen Anwendung dienen, **Knallgasgebläſe**, und das Licht, welches durch Glühen von Kalk oder Kreide in der Knallgasflamme hervorgebracht wird, **Drummond'ſches Licht**; es hat in einzelnen Fällen wegen ſeiner Weiße und ſeines ſonnenähnlichen Glanzes Anwendung gefunden.

Ich brauche wohl kaum zu bemerken, daß das Verhältniß der Gewichtsmengen Sauerſtoff und Waſſerſtoff, welche ſich gerade zu Waſſer vereinigen, daſſelbe iſt, in welchem wir ſie in Waſſer vorgefunden haben, nämlich 1 Gewichtstheil Waſſerſtoff und 8 Gewichtstheile Sauerſtoff; es ſtimmt dies, unter Berückſichtigung ihrer verſchiedenen ſpecifiſchen Gewichte, genau mit dem öfter erwähnten Raumverhältniß überein.

Stellen wir nun die Reſultate der vorhergehenden Verſuche zuſammen, ſo ergiebt ſich folgendes:

Der Waſſerſtoff iſt ein farbloſes Gas, viel leichter als atmoſphäriſche Luft, in Waſſer nicht oder doch ſehr wenig löslich; in Berührung mit brennenden Körpern entzündet er ſich und verbrennt mit einer wenig leuchtenden Flamme zu Waſſer, dabei entwickelt er eine ſo große Hitze, daß feſte Körper in dieſer Flamme zum hellleuchtenden Glühen kommen. Die Verbrennung und mithin das Athmen kann er nicht unterhalten. (Indeſſen iſt er nicht **giftig** und wirkt nur durch den Mangel an Sauerſtoff erſtickend.) Von dem Waſſer macht der Waſſerſtoff $\frac{1}{9}$ des Gewichtes aus, und zwar iſt er deſſen electro-negativer Beſtandtheil, der durch Kalium, Zink und andere Metalle vertreten werden kann.

Der Waſſerſtoff iſt in reinem Zuſtande geruchlos, doch haben wir dieſes nicht nachweiſen können, weil derſelbe wegen der Unreinheit der

andten Materialien auf dem befolgten Wege nicht rein erhalten
n kann.

Wir können hiermit die Betrachtung dieſes Körpers abſchließen, ob-
ſich noch gar manche, recht unterhaltende Experimente mit dem-
anſtellen laſſen. Indeſſen ſcheinen mir die angegebenen vollſtändig
ichend, um ſeine Eigenſchaften kennen zu lernen, und alle anderen
für unſeren Zweck überflüſſig und arten meiſtens auf der Stufe,
n bis jetzt ſtehſt, in Spielerei aus.

29. Brief.

Kohlenſaures Kali aus Kali und Kohlenſäure; Darſtellung deſſelben durch Glühen von weinſteinſaurem und von eſſigſaurem Kali. Gewinnung im Großen; Darſtellung aus Aſche. — Zerſetzung des ſchwefelſauren Kalis durch den galvaniſchen Strom; Säuren, Baſen, Salze. Verdrängung ſchwächerer Baſen durch ſtärkere; Beiſpiel dazu. — Aequivalente Mengen der Baſen in Bezug auf ihren Sauerſtoffgehalt. Beziehung zwiſchen Waſſerſtoff und den Metallen und zwiſchen Waſſer und den Säuren und Baſen. — Aequivalente der Elemente und Verbindungsgeſetze der verſchiedenen Körper. Aequivalente der zuſammengeſetzten Körper. Geſetz der multiplen Proportionen; Formeln.

Ich komme auf die Kalilöſung zurück, die wir auf den Ofen zum Abdampfen geſetzt haben. Sie iſt jedenfalls hinlänglich concentrirt; mittelſt des bei Präp. XLII angewandten Apparates leite etwas Kohlenſäure hindurch, erhitze die erhaltene Flüſſigkeit einige Zeit zum Sieden, und dampfe ſie dann vollends bei gelinder, zuletzt bei ſcharfer Hitze des Sandbades in einer Porzellanſchale zu völliger Trockne ein. Du wirſt ein weißes Pulver erhalten, welches aus einer Verbindung des gelöſt geweſenen Kalis mit der eingeleiteten Kohlenſäure beſteht und alſo kohlenſaures Kali iſt. Ueberzeuge dich davon, daß etwas käufliches Kali (ſogenanntes „kauſtiſches Kali“ — ſ. u. —) daſſelbe Produkt liefert, vermiſche aber beide nicht mit einander, da das aus dem Kalium erhaltene jedenfalls viel reiner iſt.

An der Luft ſtehen gelaſſen nimmt das kohlenſaure Kali Waſſer auf und zerfließt damit zu einer Löſung, weshalb man dieſen Stoff zerfließlich nennt. Er iſt demnach in Waſſer ſehr leicht löslich.

Rothes Lackmuspapier wird dadurch, obwohl ſchwächer als durch das reine Kali, gebläut. Beobachte auch, daß die entwickelte Kohlenſäure das angefeuchtete blaue Papier röthet.

Bei dieſer Verbindung der Kohlenſäure mit dem Kali finden wir, was wir bisher ſtets beobachtet haben, ebenfalls wieder: es geſchieht dieſelbe nur nach beſtimmten Gewichtsverhältniſſen. 47,2 Gewichtstheile Kali (dieſe Zahl behalten wir bei, weil ſie diejenige Menge angiebt, welche 8 Theile Sauerſtoff — die Quantität, welche ſich mit 1 Theil Waſſerſtoff verbindet — enthält) verbinden ſich nämlich genau mit 22 Ge-

wichtstheilen Kohlenſäure zu 69,2 Gewichtstheilen kohlenſaurem Kali. Unter Anwendung unſerer, Seite 76 im erſten Theile gebrauchten Bezeichnungsweiſe für 22 Theile Kohlenſäure erhalten wir alſo als Formel für das kohlenſaure Kali:

$$\underbrace{\underbrace{K\ O}_{39,2\ 8},\ \bar{C}\ 22}_{47,2}$$

69,2 Theile.

Wie man aus dem kohlenſauren Kali das weinſteinſaure darſtellen kann, haſt du aus Brief 8, Präp. XI gelernt; wir wollen nun umgekehrt aus dieſem jenes zu erhalten ſuchen. Daß wir es dazu nicht der Einwirkung der Kohlenſäure ausſetzen dürfen, iſt wohl leicht einzuſehen, denn, wenn die Weinſteinſäure die Kohlenſäure austreibt, ſo kann ſie ſelbſt von dieſer nicht ausgetrieben werden. Wir haben vielmehr das weinſteinſaure Kali im Porzellantiegel zu glühen, wobei es ſich unter Schwärzung in kohlenſaures verwandelt, welches aus der kohligen Maſſe durch wiederholtes Auskochen und Abdampfen der filtrirten Löſung zu erhalten iſt.

Denſelben Verſuch ſtelle mit dem eſſigſauren Kali (Präp. XXXV) an; du wirſt daſſelbe Produkt erhalten.

Die Weinſteinſäure und die Eſſigſäure ſind nämlich Stoffe, die dem Pflanzenreiche angehören, und die wir zu einer größeren Klaſſe von Körpern zählen, welche ſämmtlich die Eigenſchaft haben, daß ihre Verbindungen mit Kali in der Glühhitze zerſtört werden und kohlenſaures Kali als Produkt geben.

Hierauf gründet ſich die Gewinnung des kohlenſauren Kali's oder der Potaſche im Großen. Die Pflanzen, welche das Kali in Verbindung mit Körpern aus der erwähnten Klaſſe enthalten, liefern durch das Einäſchern ein Produkt — Aſche — welches als Hauptbeſtandtheil kohlenſaures Kali enthält. Von dieſem wiſſen wir, daß es in Waſſer ſehr leicht löslich iſt. Man behandelt daher die Aſche mit Waſſer, dampft die erhaltene Löſung zur Trockne ein und erhält ſo die ſogenannte rohe Potaſche, d. h. kohlenſaures Kali, verunreinigt mit allen übrigen löslichen Beſtandtheilen der Aſche.

Stelle den Verſuch mit einer Hand voll Holzaſche an; du wirſt ein braungefärbtes Produkt erhalten, welche Farbe von einem Rückhalt an nicht völlig zerſtörten organiſchen Stoffen herrührt. Um dieſe vorher in calcinirte Potaſche zu verwandeln, iſt ſie einer heftigen Glühhitze unter Zutritt von Luft auszuſetzen: eine Operation, welche im Großen in beſonderen Oefen vorgenommen wird, die du im Kleinen in einem ſchräg geſtellten, offenen Porzellantiegel auszuführen haben wirſt. Die

erhaltene weiße, oder blaugrüne Substanz ist die gewöhnliche Potasche des Handels, deren Reinigung dir noch von früherher erinnerlich sein wird (Brief 7, Präp. VIII) und die du daher auch nicht wiederholt anzuführen brauchst. Das Produkt, welches man durch Eindampfen der auf die dort angegebene Weise erhaltenen Lösung erhält, kommt im Handel als gereinigte Potasche vor. Diese Reinigung kann bis auf einen hohen Grad von Vollkommenheit gebracht werden; um aber völlig reines kohlensaures Kali zu erhalten, muß eine der vorhin angewandten ähnliche Methode befolgt, d. h. erst reines weinsteinsaures oder essigsaures Kali dargestellt werden. Immer aber rührt alles kohlensaure Kali mittelbar aus der Pflanzenasche her, und alle Präparate, welche Kalium enthalten, ja das Kalium selbst, werden, wie wir nach und nach erfahren werden, hieraus erhalten.

Schwefelsaures Kali — eine Substanz, die wir sogleich zu unseren Versuchen nöthig haben werden — kann man in derselben Weise darstellen, wie wir (Brief VI) die schwefelsaure Magnesia dargestellt haben. Als eine in der rohen Potasche vorkommende Verbindung, die in Wasser schwer löslich ist, kann man sie auch aus dem bei der Behandlung derselben mit wenig Wasser bleibendem Rückstande durch Auskochen mit Wasser erhalten. Du thust indessen am besten, dir einige Loth zu kaufen und diese durch Umkrystallisiren zu reinigen.

Nun stelle von deiner galvanischen Batterie ein Element auf, fülle es mit Schwefelsäure und Salpetersäure wie früher angegeben und befestige an jeden Kupferdraht ein Stück Platindraht. Dann bringe in eine der Uförmig gebogenen Röhren eine Lösung von schwefelsaurem Kali und färbe sie mit Lackmus blau.

Tauche dann die beiden Platindrähte in die beiden Schenkel der Uförmigen Röhre, ohne daß sie einander berühren; nach einiger Zeit wirst du die Farbe sich verändern sehen. An demjenigen Drahte nämlich, welcher vom positiven Ende (Zink) der Batterie kommt, wird die Farbe in Roth umgeändert; an dem anderen Drahte bleibt die blaue Farbe bestehen; nimm nun die Drähte heraus und drehe die Röhre so um, daß jeder Draht in denjenigen Schenkel getaucht werden kann, in welchem so eben der andere Draht gewesen; du wirst hierauf nach einiger Zeit in beiden Schenkeln eine Farbenveränderung vorgehen sehen; es ändert sich nämlich die rothe Farbe in blau, die blaue in roth um.

Diese Veränderung würde nicht vor sich gehen, wenn man nicht eine Lösung von schwefelsaurem Kali, sondern völlig reines Wasser färbte und eben so behandelte.

Gleichzeitig wird sich folgende Veränderung im Geschmack bemerkbar machen: ursprünglich schmeckte die Lösung bitter und salzig; wenn aber der Strom eine Zeit lang hindurch gegangen ist, so wird sich an dem

Theile, der mit dem positiven Pole der Batterie in Verbindung stand und die rothe Farbe zeigte, ein säuerlicher, am anderen Ende aber ein fader, laugenhafter (dem der Aschenlauge ähnlicher) zeigen. Ueberzeuge dich hiervon mittelst eines auf die Zunge gebrachten Tropfens und stelle nun zum Vergleiche mit den oben erhaltenen Resultaten eine sehr verdünnte Lösung von käuflichem Kali und eine andere von Schwefelsäure her. Blaue Lackmuslösung in die erste getropft, wird blau bleiben, in der zweiten aber roth werden; rothe wird in der Säure roth bleiben, in Kali blau werden. Die Lösung der Säure wird sauer, die des Kalis laugenhaft schmecken.

Da nun in Lösungen, welche der Einwirkung eines galvanischen Stromes ausgesetzt sind, die electro-positiven Bestandtheile nach dem negativen, die negativen nach dem positiven Ende gehen, so folgt, daß das schwefelsaure Kali aus zwei Theilen besteht: nämlich aus einem electro-negativen Bestandtheile, der blaues Lackmuspapier roth färbt, und einem electro-positiven, der rothes blau färbt. Man nennt diejenigen Stoffe, welche die beiden ersten dieser Eigenschaften besitzen, Säuren, und diejenigen, welchen die beiden letzteren zukommen, Basen. Die Säure des schwefelsauren Kalis ist demnach die Schwefelsäure; seine Basis ist das Kali. Dieselben Eigenschaften kommen auch den uns schon bekannten Säuren, der Salzsäure, Kohlensäure, Essigsäure u. s. w. zu. Von den Basen haben wir erst wenige kennen gelernt, doch kannst du dich z. B. überzeugen, daß das Barytwasser (Präp. XXXII) sich dem Kali ähnlich verhält.

Die Verbindung einer Säure und einer Basis nennt man Salz. Die Lösungen sämmtlicher Salze lassen sich in der angegebenen Weise zersetzen, obgleich diese Versuche wegen mancherlei Umständen verschiedene Schwierigkeiten bieten. Alle enthalten einen electro-negativen Bestandtheil, der die blaue Lackmusfarbe röthet — die Säure —, und einen electro-positiven, der die rothe bläuet — die Basis. Wenn keine von diesen Eigenschaften bemerklich ist, heißt der Körper neutral. Die Salze sind jedoch nicht alle neutral; schon vorhin habe ich dir am kohlensauren Kali ein Beispiel gegeben, daß nicht immer Säure und Basis einander neutralisiren.

Wir werden in der Folge noch eine große Reihe von Basen und Säuren näher kennen lernen. Alle Verbindungen, die das Eigenschaftswort —saures in ihrer Benennung enthalten, sind Salze, deren Basis durch das Hauptwort benannt wird. So kennst du dem Namen nach Eisenoxyd, Zinkoxyd, Bleioxyd, Magnesia, Baryt. Du bemerkst schon an dem Namen, daß es lauter Oxyde oder Verbindungen von Sauerstoff sind — eine Eigenschaft, die den sämmtlichen Basen zukömmt.

In Bezug auf ihre Wirkungen untereinander verhalten sich die

Baſen ganz ähnlich wie die Säuren: ſo wie hier eine ſchwächere von einer ſtärkeren ausgetrieben wird, ſo verdrängt auch eine ſtärkere Baſis eine ſchwächere aus ihren Salzen. Du kannſt dich ſofort davon überzeugen: Bringe z. B. in die Löſung von ſchwefelſaurem Magneſiumoxyd (Präp. VI) einige Tropfen Kalilöſung; du wirſt ſofort einen Niederſchlag entſtehen ſehen, welcher von dem Magneſiumoxyd herrührt, das von dem Kali ausgetrieben worden, indem ſich dieſes an ſeiner Stelle mit der Schwefelſäure verbindet. Wenn du mit rothem und blauem Lackmuspapier die Löſung unterſuchſt, ſo wirſt du ſie noch neutral finden. Setze noch etwas mehr Kali zu: ſo lange noch nicht alles Magneſiumoxyd ausgefällt iſt, bleibt dieſe Neutralität der Löſung, weil ſowohl das ſchwefelſaure Kali, als auch die ſchwefelſaure Magneſia neutral ſind, und das Magneſiumoxyd als unlöslich in Waſſer keine Wirkung auf Pflanzenfarben äußern kann, obwohl ihre electro-poſitiven Eigenſchaften, ihre Vertretbarkeit durch lösliche Baſen und ihre Neigung ſich mit Säuren zu verbinden ſie als ſolche kennzeichnen. In demſelben Momente aber, wo alles Magneſiumoxyd ausgefällt iſt und noch etwas mehr Kali hinzukommt, tritt die baſiſche Reaction des Kali's ein. Iſt demnach die ganze urſprüngliche Löſung durch Lackmus roth gefärbt, ſo wird der Moment, wo alles Magneſiumoxyd ausgefällt iſt, dadurch angezeigt, daß die Farbe in Blau übergeht und auch nach dem Umrühren blau bleibt.

Wenn du alles Magneſiumoxyd ausgefällt haſt, ſo kannſt du es auf einem Filtrum ſammeln und durch Abdampfen und Kryſtalliſirenlaſſen der Löſung dich überzeugen, daß dieſe wirklich ſchwefelſaures Kali enthält. Daſſelbe würde geſchehen ſein, wenn wir ſchwefelſaures Zinkoxyd, Kupferoxyd u. ſ. w. genommen hätten.

Die Gewichtsmengen, in welchen dieſe Vertretungen ſtattfinden, ſind nicht ohne Intereſſe und ihre Beſprechung wird dir die Geſetze, wonach chemiſche Verbindungen und Zerſetzungen entſtehen, immer klarer machen.

Diejenige Menge Kali, welche 1 Aequivalent (d. h. 8 Gewichtstheile) Sauerſtoff enthält, iſt, wie du dich erinnern wirſt, 47,2. Dadurch werden genau 20 Theile Magneſiumoxyd verdrängt; von Zinkoxyd wurden 40,6, von Kupferoxyd 39,7 Gewichtstheile verdrängt oder vertreten; daher ſind dieſe Mengen einander äquivalent, und können ſich unter einander nach denſelben Verhältniſſen erſetzen. Alle dieſe Gewichtsmengen der verſchiedenen Baſen enthalten aber ſämmtlich dieſelbe Menge Sauerſtoff, nämlich 8 Gewichtstheile, woraus du erſehen wirſt, daß diejenigen Mengen Baſen unter einander äquivalent ſind, welche dieſelbe Menge Sauerſtoff enthalten. Man kann ſich alſo denken, daß wenn nach und nach in dem ſchwefelſauren Salz Kupferoxyd, Zinkoxyd, Magneſiumoxyd, Kali einander vertreten, der Sauerſtoff der

Basis darin bestehen bleibt und nur das Metall getauscht wird. Die Formel für ein Schwefelsäuresalz eines beliebigen Basenradikals R ist im Allgemeinen:

$$\bar{S}, RO$$

und hier kann man sich für RO die äquivalenten Mengen der oben genannten Basen substituirt denken; da sie aber alle O (8 Gewichtstheile Sauerstoff) enthalten, so kann man nur R durch die äquivalente Menge der Metalle vertreten denken, also ist

$$\bar{S}, \left\{\begin{matrix}Cu\\Zn\\Mg\\K\end{matrix}\right\} O$$

die Formel für diese Vertretung und ihre Resultate, wo Cu und Mg die oben bezeichnete Menge Kupfer und Magnesium bezeichnen sollen.

Daß das Wasser als Wasserstoffoxyd, worin der Wasserstoff durch Kalium und durch Zink vertretbar ist, ebenfalls als Basis betrachtet werden kann, ist klar; es zeigt aber *nicht* die Wirkung der Basen auf Pflanzenfarben. Eben so wenig aber zeigt es die der Säuren, und es kommt dem Wasser neben seiner wirklichen Neutralität doch die merkwürdige Eigenschaft zu, bald als Säure bald als Basis auftreten zu können. In Verbindung mit starken Säuren spielt es die Rolle einer Basis, indem sich diese Verbindungen als Salze zeigen, worin der Wasserstoff durch andere Metalle vertretbar ist, die aber stark saure Eigenschaften besitzen, so daß man diese Hydrate als Salze betrachten kann, in denen die sauren Eigenschaften durch die schwache Basis nur unvollkommen neutralisirt sind. Das Umgekehrte gilt für die Verbindungen des Wassers mit starken Basen, welche man als Salze betrachten kann, worin die schwache Säure (das Wasser) die basischen Eigenschaften nicht aufzuheben vermochte.

Du wirst nun schon so viel Verständniß von den Grundlehren der chemischen Verbindungen erlangt und so mancherlei Körper kennen gelernt haben, daß hier der Ort sein dürfte, diejenigen Erklärungen folgen zu lassen, welche die sämmtlichen betreffenden Gesetze klar machen und deine Anschauungsweise vervollkommnen und ausbilden werden.

Wenn wir uns einen Körper denken, der mit allen übrigen Stoffen Verbindungen einzugehen vermag — und als solchen wollen wir uns den Sauerstoff, ohne sehr von der Wirklichkeit abzuweichen, auswählen — so können wir durch Zahlen diejenigen Gewichtsmengen angeben, welche sich mit einer und derselben bestimmten Gewichtsmenge desselben verbinden müssen.

Als Ausgangspunkt wählen wir für den Sauerstoff die Zahl 8, und zwar, wie du leicht denken *kannst*, weil sie diejenige Gewichtsmenge

andeutet, die ſich mit 1 Gewichtstheil Waſſerſtoff zu Waſſer verbindet. Dieſe Gewichtsmengen nun, welche wir für die einzelnen Subſtanzen aufſtellen müſſen, deuten uns, wie du nunmehr leicht erkennen wirſt, zugleich an, in welchem Verhältniß ſich dieſe Stoffe in ihrer Verbindung mit Sauerſtoff vertreten. Sie zeigen aber außerdem auch noch an, in welchem Verhältniſſe ſie ſich in allen übrigen Verbindungen vertreten; es ſind die Aequivalente für alle Fälle.

Wenn ſich alſo

8 Sauerſtoff mit 68,6 Baryum,
103,7 Blei,
20 Calcium,
35,5 Chlor,
28 Eiſen,
39,2 Kalium,
6 Kohlenſtoff,
31,7 Kupfer,
12 Magneſium,
31 Phosphor,
1 Waſſerſtoff,
16 Schwefel,
32,6 Zink

verbinden, ſo vertreten ſich dieſe Stoffe auch in allen ihren Verbindungen nach dieſen Verhältniſſen. Für alle Stoffe hat man dieſe Zahlen feſtſtellen können, ſei es direct, aus ihrem Oxyde, ſei es durch Unterſuchung der Vertretungen.

Das ſchönſte Geſetz der ganzen Chemie, das wichtigſte möchte ich ſagen der ganzen Natur iſt nun folgendes:

Dieſe Aequivalentzahlen zeigen endlich auch noch an, in welchem Verhältniſſe ſich die betreffenden Körper untereinander verbinden.

Das heißt: wenn ſich mit 8 Theilen Sauerſtoff z. B. 28 Theile Eiſen oder 16 Theile Schwefel verbinden, ſo geſchieht nicht allein die Vertretung, ſondern auch die Verbindung zwiſchen Eiſen und Schwefel ebenfalls nach dem Verhältniß 28 : 16. Dieſes gilt für ſämmtliche Körper, einfache, wie zuſammengeſetzte.

Warum das ſo iſt, kann ich dir nicht ſagen; es iſt einmal ſo die Ordnung der Natur, und ich möchte ſagen, daß dieſes Geſetz, welches das einfachſte iſt, welches möglicherweiſe ſtattfinden könnte, die Grundlage aller Ordnung in der Natur iſt. Ich könnte dir wohl noch eine weitere Erklärung deſſelben geben, allein ich fürchte, jetzt, ehe du durch häufige Anwendung deſſelben mit ihm vertraut geworden biſt, deine

Begriffe eher zu verwirren, und will dieſelbe auf ſpäter verſchieben. Nur noch einiges habe ich hinzuzufügen.

Wenn wir von zwei Körpern noch nicht wüßten, in welchem Verhältniſſe ſie ſich mit einander verbinden, und wir wären durch irgend einen Umſtand daran verhindert, es unmittelbar zu unterſuchen, ſo würden wir nur zu erforſchen haben, welche Gewichtsmengen derſelben ſich mit ein und derſelben durch die Aequivalentzahl ausgedrückten Menge eines Körpers (oder mit 2 äquivalenten Mengen zweier Körper) verbinden. Man kann demnach ſchon im Voraus beſtimmen, wie die Verbindung zweier Körper zuſammengeſetzt ſein muß, ehe man ſie noch dargeſtellt hat. Wenn man z. B. in dieſer indirecten Weiſe das Verhältniß ermitteln wollte, in welchem ſich Schwefel und Chlor mit einander verbinden, wozu die Verbindungen beider Körper mit Calcium zu Gebote ſtänden; dann wäre nur zu unterſuchen, wie viel Schwefel und wie viel Chlor ſich mit einer gewiſſen Menge Calcium verbinden. Man würde dann finden, daß ſich z. B. 20 Gewichtstheile Calcium ſowohl mit 16 Theilen Schwefel wie mit 35½ Theilen Chlor verbinden; hieraus folgt, daß ſich auch Schwefel und Chlor im Verhältniß von 16 Theilen Schwefel auf 35½ Theile Chlor mit einander verbinden. Hätte man die Verbindung nicht auf 20, ſondern z. B. auf 1 Theil Calcium geprüft, ſo würde man natürlich ⅘ Theile Schwefel und 1⅘ Chlor gefunden haben; man geht aber von 20 Theilen Calcium aus, weil dieſes die Menge iſt, welche ſich mit 8 Theilen Sauerſtoff verbindet.

Ich will noch ein Beiſpiel anführen. Es ſei die Aufgabe gegeben, das Verhältniß zu ermitteln, in welchem ſich Chlor und Sauerſtoff mit einander verbinden, und man ſoll dabei nur die Verbindung von Eiſen mit Chlor und von Zink mit Sauerſtoff zu unterſuchen haben. Dann wird man finden, daß 28 Theile Eiſen ſich mit 35½ Theilen Chlor verbinden, und daß ſich das Zink im Verhältniß von 32,6 zu 8 mit dem Sauerſtoff verbindet. Ferner weiß man, daß 28 Theile Eiſen und 32,6 Theile Zink einander äquivalent ſind, indem ſie ſich in dieſem Verhältniß vertreten. Daraus folgt dann, daß ſich Sauerſtoff und Chlor im Verhältniß von 8 zu 35½ verbinden, weil dieſes ja die Mengen ſind, welche ſich mit den äquivalenten Mengen Eiſen und Zink verbinden. Sauerſtoff und Chlor vertreten ſich alſo nicht allein in dieſem Verhältniß, ſondern verbinden ſich auch danach. Es iſt freilich einerlei, ob wir nun ſagen: 8 Theile Sauerſtoff und 35½ Theile Chlor, oder 16 Theile Sauerſtoff und 71 Theile Chlor, allein man muß von irgend einer Zahl ausgehen und man bezieht daher alle dieſe Mengen der Gleichförmigkeit wegen auf dieſelbe Quantität Sauerſtoff.

Wenn sich ein zusammengesetzter Körper mit einem anderen verbindet (es verbinden sich nicht einfache mit zusammengesetzten), so geschieht dies stets nach den Verhältnissen, welche durch die Summe der Aequivalente ihrer Bestandtheile ausgedrückt wird. Wenn also z. B. gefragt wird, in welchem Verhältniß sich Kali und Wasser verbinden, so sagen wir: Kali ist = Kalium + Sauerstoff; die Summe ihrer Aequivalente ist 47,2; Wasser hat zum Aequivalent 8 + 1 = 9; also verbinden sich 47,2 Theile Kali mit 9 Theilen Wasser. Es wird dir dies nichts Neues sein, wenn du dich der in den Schematen in früheren Briefen ausgedrückten Verhältnißzahlen erinnerst, und wenn du jetzt dieselben noch einmal ansehen willst, so werden sie dir noch viel klarer und bedeutsamer erscheinen.

Man sagt daher: die Aequivalente zusammengesetzter Körper sind gleich der Summe der Aequivalente ihrer Bestandtheile.

Du weißt schon, daß man durch bestimmte Zeichen nicht allein jeden Körper, sondern zugleich auch sein Aequivalent bezeichnet. Diese Zeichen heißen Symbole oder Formeln.

Schon zu Ende meines 27. Briefes habe ich dir ein Beispiel von zwei Verbindungen desselben Körpers mit einem anderen gegeben. Es scheint dieses im Widerspruch mit dem so eben Ausgesprochenen zu stehen. Es ist das aber keineswegs wirklich so, sondern es sind vielmehr, unter Berücksichtigung der vielen Fälle, in denen sich zwei Stoffe in mehreren Verhältnissen mit einander verbinden, die genannten Gesetze dahin zu vervollständigen, daß sich ein Aequivalent eines Körpers nicht allein mit einem, sondern auch mit 2, 3, 4, 5, 7 Aequivalenten eines anderen verbinden kann, ebenso, daß sich 2 Aequivalente des einen mit 3, 5, 7 des anderen verbinden, daß aber außer diesen keine anderen Verhältnisse stattfinden. Dieses Gesetz der multiplen Proportionen ist neben den oben hervorgehobenen die Grundlage aller chemischen Vorgänge.

Da wir noch zu wenige Verbindungen kennen gelernt haben, so will ich keine Beispiele für dieses letzte Gesetz geben, bis wir sie allmälig finden werden. Schließlich will ich nur noch erwähnen, daß man in den Formeln die Mehrzahl der Aequivalente einfacher Körper durch eine Zahl hinter dem betreffenden Symbol und die Mehrzahl zusammengesetzter Aequivalente durch eine Zahl, die als Faktor davorsteht, andeutet; so z. B. heißt HO die Verbindung von 1 Aequivalent Wasserstoff mit 1 Aequivalent Sauerstoff, HO_2 diejenige von 1 Aequivalent Wasserstoff mit 2 Aequivalenten Sauerstoff; KO, HO heißt die Verbindung von je einem Aequivalent der beiden zusammengesetzten Körper,

ꝛandten Materialien auf dem befolgten Wege nicht rein erhalten
:n kann.

Wir können hiermit die Betrachtung dieſes Körpers abſchließen, ob-
ſich noch gar manche, recht unterhaltende Experimente mit dem-
ı anſtellen laſſen. Indeſſen ſcheinen mir die angegebenen vollſtändig
:ichend, um ſeine Eigenſchaften kennen zu lernen, und alle anderen
für unſeren Zweck überflüſſig und arten meiſtens auf der Stufe,
ıı bis jetzt ſtehſt, in Spielerei aus.

29. Brief.

Kohlenſaures Kali aus Kali und Kohlenſäure; Darſtellung deſſelben durch Glühen von weinſteinſaurem und von eſſigſaurem Kali. Gewinnung im Großen; Darſtellung aus Aſche. — Zerſetzung des ſchwefelſauren Kalis durch den galvaniſchen Strom; Säuren, Baſen, Salze. Verdrängung ſchwächerer Baſen durch ſtärkere; Beiſpiel dazu. — Aequivalente Mengen der Baſen in Bezug auf ihren Sauerſtoffgehalt. Beziehung zwiſchen Waſſerſtoff und den Metallen und zwiſchen Waſſer und den Säuren und Baſen. — Aequivalente der Elemente und Verbindungsgeſetze der verſchiedenen Körper. Aequivalente der zuſammengeſetzten Körper. Geſetz der multiplen Proportionen; Formeln.

Ich komme auf die Kalilöſung zurück, die wir auf den Ofen zum Abdampfen geſetzt haben. Sie iſt jedenfalls hinlänglich concentrirt; mittelſt des bei Präp. XLII angewandten Apparates leite etwas Kohlenſäure hindurch, erhitze die erhaltene Flüſſigkeit einige Zeit zum Sieden, und dampfe ſie dann vollends bei gelinder, zuletzt bei ſcharfer Hitze des Sandbades in einer Porzellanſchale zu völliger Trockne ein. Du wirſt ein weißes Pulver erhalten, welches aus einer Verbindung des gelöſt geweſenen Kalis mit der eingeleiteten Kohlenſäure beſteht und alſo kohlenſaures Kali iſt. Ueberzeuge dich davon, daß etwas käufliches Kali (ſogenanntes „kauſtiſches Kali“ — ſ. u. —) daſſelbe Produkt liefert, vermiſche aber beide nicht mit einander, da das aus dem Kalium erhaltene jedenfalls viel reiner iſt.

An der Luft ſtehen gelaſſen nimmt das kohlenſaure Kali Waſſer auf und zerfließt damit zu einer Löſung, weshalb man dieſen Stoff zerfließlich nennt. Er iſt demnach in Waſſer ſehr leicht löslich.

Rothes Lackmuspapier wird dadurch, obwohl ſchwächer als durch das reine Kali, gebläut. Beobachte auch, daß die entwickelte Kohlenſäure das angefeuchtete blaue Papier röthet.

Bei dieſer Verbindung der Kohlenſäure mit dem Kali finden wir, was wir bisher ſtets beobachtet haben, ebenfalls wieder: es geſchieht dieſelbe nur nach beſtimmten Gewichtsverhältniſſen. 47,2 Gewichtstheile Kali (dieſe Zahl behalten wir bei, weil ſie diejenige Menge angiebt, welche 8 Theile Sauerſtoff — die Quantität, welche ſich mit 1 Theil Waſſerſtoff verbindet — enthält) verbinden ſich nämlich genau mit 22 Ge-

wichtstheilen Kohlenſäure zu 69,2 Gewichtstheilen kohlenſaurem Kali. Unter Anwendung unſerer, Seite 76 im erſten Theile gebrauchten Bezeichnungsweiſe für 22 Theile Kohlenſäure erhalten wir alſo als Formel für das kohlenſaure Kali:

K O, $\bar{C}$
39,2 8 22
47,2
69,2 Theile.

Wie man aus dem kohlenſauren Kali das weinſteinſaure darſtellen kann, haſt du aus Brief 8, Präp. XI gelernt; wir wollen nun umgekehrt aus dieſem jenes zu erhalten ſuchen. Daß wir es dazu nicht der Einwirkung der Kohlenſäure ausſetzen dürfen, iſt wohl leicht einzuſehen, denn, wenn die Weinſteinſäure die Kohlenſäure austreibt, ſo kann ſie ſelbſt von dieſer nicht ausgetrieben werden. Wir haben vielmehr das weinſteinſaure Kali im Porzellantiegel zu glühen, wobei es ſich unter Schwärzung in kohlenſaures verwandelt, welches aus der kohligen Maſſe durch wiederholtes Auskochen und Abdampfen der filtrirten Löſung zu erhalten iſt.

Denſelben Verſuch ſtelle mit dem eſſigſauren Kali (Präp. XXXV) an; du wirſt daſſelbe Produkt erhalten.

Die Weinſteinſäure und die Eſſigſäure ſind nämlich Stoffe, die dem Pflanzenreiche angehören, und die wir zu einer größeren Klaſſe von Körpern zählen, welche ſämmtlich die Eigenſchaft haben, daß ihre Verbindungen mit Kali in der Glühhitze zerſtört werden und kohlenſaures Kali als Produkt geben.

Hierauf gründet ſich die Gewinnung des kohlenſauren Kali's oder der Potaſche im Großen. Die Pflanzen, welche das Kali in Verbindung mit Körpern aus der erwähnten Klaſſe enthalten, liefern durch das Einäſchern ein Produkt — Aſche — welches als Hauptbeſtandtheil kohlenſaures Kali enthält. Von dieſem wiſſen wir, daß es in Waſſer ſehr leicht löslich iſt. Man behandelt daher die Aſche mit Waſſer, dampft die erhaltene Löſung zur Trockne ein und erhält ſo die ſogenannte rohe Potaſche, d. h. kohlenſaures Kali, verunreinigt mit allen übrigen löslichen Beſtandtheilen der Aſche.

Stelle den Verſuch mit einer Hand voll Holzaſche an; du wirſt ein braungefärbtes Produkt erhalten, welche Farbe von einem Rückhalt an nicht völlig zerſtörten organiſchen Stoffen herrührt. Um dieſe vorher in calcinirte Potaſche zu verwandeln, iſt ſie einer heftigen Glühhitze unter Zutritt von Luft auszuſetzen: eine Operation, welche im Großen in beſonderen Oefen vorgenommen wird, die du im Kleinen in einem ſchräg geſtellten, offen [illegible] auszuführen haben wirſt. Die

erhaltene weiße, oder blaugrüne Substanz ist die gewöhnliche Potasche des Handels, deren Reinigung dir noch von früherher erinnerlich sein wird (Brief 7, Präp. VIII) und die du daher auch nicht wiederholt auszuführen brauchst. Das Produkt, welches man durch Eindampfen der auf die dort angegebene Weise erhaltenen Lösung erhält, kommt im Handel als gereinigte Potasche vor. Diese Reinigung kann bis auf einen hohen Grad von Vollkommenheit gebracht werden; um aber völlig reines kohlensaures Kali zu erhalten, muß eine der vorhin angewandten ähnliche Methode befolgt, d. h. erst reines weinsteinsaures oder essigsaures Kali dargestellt werden. Immer aber rührt alles kohlensaure Kali mittelbar aus der Pflanzenasche her, und alle Präparate, welche Kalium enthalten, ja das Kalium selbst, werden, wie wir nach und nach erfahren werden, hieraus erhalten.

Schwefelsaures Kali — eine Substanz, die wir sogleich zu unseren Versuchen nöthig haben werden — kann man in derselben Weise darstellen, wie wir (Brief VI) die schwefelsaure Magnesia dargestellt haben. Als eine in der rohen Potasche vorkommende Verbindung, die in Wasser schwer löslich ist, kann man sie auch aus dem bei der Behandlung derselben mit wenig Wasser bleibendem Rückstande durch Auskochen mit Wasser erhalten. Du thust indessen am besten, dir einige Loth zu kaufen und diese durch Umkrystallisiren zu reinigen.

Nun stelle von deiner galvanischen Batterie ein Element auf, fülle es mit Schwefelsäure und Salpetersäure wie früher angegeben und befestige an jeden Kupferdraht ein Stück Platindraht. Dann bringe in eine der U förmig gebogenen Röhren eine Lösung von schwefelsaurem Kali und färbe sie mit Lackmus blau.

Tauche dann die beiden Platindrähte in die beiden Schenkel der U förmigen Röhre, ohne daß sie einander berühren; nach einiger Zeit wirst du die Farbe sich verändern sehen. An demjenigen Drahte nämlich, welcher vom positiven Ende (Zink) der Batterie kommt, wird die Farbe in Roth umgeändert; an dem anderen Drahte bleibt die blaue Farbe bestehen; nimm nun die Drähte heraus und drehe die Röhre so um, daß jeder Draht in denjenigen Schenkel getaucht werden kann, in welchem so eben der andere Draht gewesen; du wirst hierauf nach einiger Zeit in beiden Schenkeln eine Farbenveränderung vorgehen sehen; es ändert sich nämlich die rothe Farbe in blau, die blaue in roth um.

Diese Veränderung würde nicht vor sich gehen, wenn man nicht eine Lösung von schwefelsaurem Kali, sondern völlig reines Wasser färbte und eben so behandelte.

Gleichzeitig wird sich folgende Veränderung im Geschmack bemerkbar machen: ursprünglich schmeckte die Lösung bitter und salzig; wenn aber der Strom eine Zeit lang hindurch gegangen ist, so wird sich an den

Theile, der mit dem positiven Pole der Batterie in Verbindung stand und die rothe Farbe zeigte, ein säuerlicher, am anderen Ende aber ein fader, laugenhafter (dem der Aschenlauge ähnlicher) zeigen. Ueberzeuge dich hiervon mittelst eines auf die Zunge gebrachten Tropfens und stelle nun zum Vergleiche mit den oben erhaltenen Resultaten eine sehr verdünnte Lösung von käuflichem Kali und eine andere von Schwefelsäure her. Blaue Lackmuslösung in die erste getropft, wird blau bleiben, in der zweiten aber roth werden; rothe wird in der Säure roth bleiben, in Kali blau werden. Die Lösung der Säure wird sauer, die des Kalis laugenhaft schmecken.

Da nun in Lösungen, welche der Einwirkung eines galvanischen Stromes ausgesetzt sind, die electro-positiven Bestandtheile nach dem negativen, die negativen nach dem positiven Ende gehen, so folgt, daß das schwefelsaure Kali aus zwei Theilen besteht: nämlich aus einem electro-negativen Bestandtheile, der blaues Lackmuspapier roth färbt, und einem electro-positiven, der rothes blau färbt. Man nennt diejenigen Stoffe, welche die beiden ersten dieser Eigenschaften besitzen, Säuren, und diejenigen, welchen die beiden letzteren zukommen, Basen. Die Säure des schwefelsauren Kalis ist demnach die Schwefelsäure; seine Basis ist das Kali. Dieselben Eigenschaften kommen auch den uns schon bekannten Säuren, der Salzsäure, Kohlensäure, Essigsäure u. s. w. zu. Von den Basen haben wir erst wenige kennen gelernt, doch kannst du dich z. B. überzeugen, daß das Barytwasser (Präp. XXXII) sich dem Kali ähnlich verhält.

Die Verbindung einer Säure und einer Basis nennt man Salz. Die Lösungen sämmtlicher Salze lassen sich in der angegebenen Weise zersetzen, obgleich diese Versuche wegen mancherlei Umständen verschiedene Schwierigkeiten bieten. Alle enthalten einen electro-negativen Bestandtheil, der die blaue Lackmusfarbe röthet — die Säure —, und einen electro-positiven, der die rothe bläuet — die Basis. Wenn keine von diesen Eigenschaften bemerklich ist, heißt der Körper neutral. Die Salze sind jedoch nicht alle neutral; schon vorhin habe ich dir am kohlensauren Kali ein Beispiel gegeben, daß nicht immer Säure und Basis einander neutralisiren.

Wir werden in der Folge noch eine große Reihe von Basen und Säuren näher kennen lernen. Alle Verbindungen, die das Eigenschaftswort —saures in ihrer Benennung enthalten, sind Salze, deren Basis durch das Hauptwort benannt wird. So kennst du dem Namen nach Eisenoxyd, Zinkoxyd, Bleioxyd, Magnesia, Baryt. Du bemerkst schon an dem Namen, daß es lauter Oxyde oder Verbindungen von Sauerstoff sind — eine Eigenschaft, die den sämmtlichen Basen zukömmt.

In Bezug auf ihre Wirkungen untereinander verhalten sich die

Baſen ganz ähnlich wie die Säuren: ſo wie hier eine ſchwächere von einer ſtärkeren ausgetrieben wird, ſo verdrängt auch eine ſtärkere Baſis eine ſchwächere aus ihren Salzen. Du kannſt dich ſofort davon überzeugen: Bringe z. B. in die Löſung von ſchwefelſaurem Magneſiumoxyd (Präp. VI) einige Tropfen Kalilöſung; du wirſt ſofort einen Niederſchlag entſtehen ſehen, welcher von dem Magneſiumoxyd herrührt, das von dem Kali ausgetrieben worden, indem ſich dieſes an ſeiner Stelle mit der Schwefelſäure verbindet. Wenn du mit rothem und blauem Lackmuspapier die Löſung unterſuchſt, ſo wirſt du ſie noch neutral finden. Setze noch etwas mehr Kali zu: ſo lange noch nicht alles Magneſiumoxyd ausgefällt iſt, bleibt dieſe Neutralität der Löſung, weil ſowohl das ſchwefelſaure Kali, als auch die ſchwefelſaure Magneſia neutral ſind, und das Magneſiumoxyd als unlöslich in Waſſer keine Wirkung auf Pflanzenfarben äußern kann, obwohl ihre electro-poſitiven Eigenſchaften, ihre Vertretbarkeit durch lösliche Baſen und ihre Neigung ſich mit Säuren zu verbinden ſie als ſolche kennzeichnen. In demſelben Momente aber, wo alles Magneſiumoxyd ausgefällt iſt und noch etwas mehr Kali hinzukommt, tritt die baſiſche Reaction des Kali's ein. Iſt demnach die ganze urſprüngliche Löſung durch Lackmus roth gefärbt, ſo wird der Moment, wo alles Magneſiumoxyd ausgefällt iſt, dadurch angezeigt, daß die Farbe in Blau übergeht und auch nach dem Umrühren blau bleibt.

Wenn du alles Magneſiumoxyd ausgefällt haſt, ſo kannſt du es auf einem Filtrum ſammeln und durch Abdampfen und Kryſtalliſirenlaſſen der Löſung dich überzeugen, daß dieſe wirklich ſchwefelſaures Kali enthält. Daſſelbe würde geſchehen ſein, wenn wir ſchwefelſaures Zinkoxyd, Kupferoxyd u. ſ. w. genommen hätten.

Die Gewichtsmengen, in welchen dieſe Vertretungen ſtattfinden, ſind nicht ohne Intereſſe und ihre Beſprechung wird dir die Geſetze, wonach chemiſche Verbindungen und Zerſetzungen entſtehen, immer klarer machen.

Diejenige Menge Kali, welche 1 Aequivalent (d. h. 8 Gewichtstheile) Sauerſtoff enthält, iſt, wie du dich erinnern wirſt, 47,2. Dadurch werden genau 20 Theile Magneſiumoxyd verdrängt; von Zinkoxyd wurden 40,6, von Kupferoxyd 39,7 Gewichtstheile verdrängt oder vertreten; daher ſind dieſe Mengen einander äquivalent, und können ſich unter einander nach denſelben Verhältniſſen erſetzen. Alle dieſe Gewichtsmengen der verſchiedenen Baſen enthalten aber ſämmtlich dieſelbe Menge Sauerſtoff, nämlich 8 Gewichtstheile, woraus du erſehen wirſt, daß diejenigen Mengen Baſen unter einander äquivalent ſind, welche dieſelbe Menge Sauerſtoff enthalten. Man kann ſich alſo denken, daß wenn nach und nach in dem ſchwefelſauren Salz Kupferoxyd, Zinkoxyd, Magneſiumoxyd, Kali einander vertreten, der Sauerſtoff der

Baſis darin beſtehen bleibt und nur das Metall getauſcht wird. Die Formel für ein Schwefelſäureſalz eines beliebigen Baſenradikals R iſt im Allgemeinen:

$$\bar{S}, RO$$

und hier kann man ſich für RO die äquivalenten Mengen der oben genannten Baſen ſubſtituirt denken; da ſie aber alle O (8 Gewichtstheile Sauerſtoff) enthalten, ſo kann man nur R durch die äquivalente Menge der Metalle vertreten denken, alſo iſt

$$\bar{S}, \left\{\begin{matrix}Cu\\Zn\\Mg\\K\end{matrix}\right\} O$$

die Formel für dieſe Vertretung und ihre Reſultate, wo Cu und Mg die oben bezeichnete Menge Kupfer und Magneſium bezeichnen ſollen.

Daß das Waſſer als Waſſerſtoffoxyd, worin der Waſſerſtoff durch Kalium und durch Zink vertretbar iſt, ebenfalls als Baſis betrachtet werden kann, iſt klar; es zeigt aber *nicht* die Wirkung der Baſen auf Pflanzenfarben. Eben ſo wenig aber zeigt es die der Säuren, und es kommt dem Waſſer neben ſeiner wirklichen Neutralität doch die merkwürdige Eigenſchaft zu, bald als Säure bald als Baſis auftreten zu können. In Verbindung mit ſtarken Säuren ſpielt es die Rolle einer Baſis, indem ſich dieſe Verbindungen als Salze zeigen, worin der Waſſerſtoff durch andere Metalle vertretbar iſt, die aber ſtark ſaure Eigenſchaften beſitzen, ſo daß man dieſe Hydrate als Salze betrachten kann, in denen die ſauren Eigenſchaften durch die ſchwache Baſis nur unvollkommen neutraliſirt ſind. Das Umgekehrte gilt für die Verbindungen des Waſſers mit ſtarken Baſen, welche man als Salze betrachten kann, worin die ſchwache Säure (das Waſſer) die baſiſchen Eigenſchaften nicht aufzuheben vermochte.

Du wirſt nun ſchon ſo viel Verſtändniß von den Grundlehren der chemiſchen Verbindungen erlangt und ſo mancherlei Körper kennen gelernt haben, daß hier der Ort ſein dürfte, diejenigen Erklärungen folgen zu laſſen, welche die ſämmtlichen betreffenden Geſetze klar machen und deine Anſchauungsweiſe vervollkommnen und ausbilden werden.

Wenn wir uns einen Körper denken, der mit allen übrigen Stoffen Verbindungen einzugehen vermag — und als ſolchen wollen wir uns den Sauerſtoff, ohne ſehr von der Wirklichkeit abzuweichen, auswählen — ſo können wir durch Zahlen diejenigen Gewichtsmengen angeben, welche ſich mit einer und derſelben beſtimmten Gewichtsmenge deſſelben verbinden müſſen.

Als Ausgangspunkt wählen wir für den Sauerſtoff die Zahl 8, und zwar, wie du leicht denken kannſt, weil ſie diejenige Gewichtsmenge

31. Brief.

Mangan; Oxydationsſtufen; Benennung derſelben; Braunſtein, Zerſetzung deſſelben durch Glühhitze; Erklärungen dazu; Zerſetzung durch Schwefelſäure, Darſtellung des Sauerſtoffes. Entziehung des Waſſerſtoffes der Salzſäure auf dieſem Wege; Darſtellung und Eigenſchaften des Chlors durch Experimente veranſchaulicht. Verbindung des Chlors mit Waſſerſtoff. Bleichen mit Chlor. Syntheſe des Kochſalzes, der Salzſäure.

Es giebt ein Metall, welches in den meiſten Beziehungen dem Eiſen ſehr ähnlich iſt, eine ähnliche graue Farbe und eine ähnliche Schwere beſitzt. Dieſes Metall, welches das Eiſen faſt überall begleitet und auch ebenſo vom Eiſen begleitet wird, heißt

Mangan.

Es findet ſich nie im reinen Zuſtande, ſondern ſtets in Verbindung mit Sauerſtoff und kann aus ſeinen Oxyden nur mit großer Mühe dargeſtellt werden. Es iſt eben ſo ſchwer ſchmelzbar wie das Eiſen, iſt etwas dehnbar, läßt ſich feilen, aber nicht hämmern. An der Luft überzieht es ſich wie das Eiſen mit einem braunen Roſte. Schon bei gewöhnlicher Temperatur zerſetzt es das Waſſer unter Abſcheidung von Waſſerſtoff, deſſen Stelle es vertritt, und unterſcheidet ſich hierdurch weſentlich vom Eiſen, welches das Waſſer nur in der Glühhitze zu zerſetzen vermag. Aus allen dieſen Eigenſchaften geht das große Vereinigungsſtreben des Mangans zum Sauerſtoff hervor. Es bildet mit demſelben mehrere Oxydationsſtufen, deren verſchiedene Namen uns als Typus für die Benennung der verſchiedenen Oxyde aller Körper dienen können. Es verbinden ſich nämlich 27,6 Gewichtstheile (1 Aequivalent) Mangan mit 8, mit 12, mit 16, mit 24 und mit 28 Gewichtstheilen; alſo mit 1, 1½, 2, 3 und 3½ Aequivalenten Sauerſtoff. Um die halben Aequivalente zu vermeiden, ſagt man aber für die zweite und die letzte Verbindung: 2 . 27,5 Theile oder 2 Aequivalente Mangan verbinden ſich mit 2 . 12 Theilen oder 3 Aequivalenten und mit 2 . 28

oder 7 Aequivalenten Sauerſtoff. Die Formeln dieſer Oxyde ſind alſo, wenn man Mangan mit Mn bezeichnet:

$$MnO;\ Mn_2O_3;\ MnO_2;\ MnO_3;\ Mn_2O_7.$$
$$(MnO_{1\frac{1}{2}}) \qquad (MnO_{3\frac{1}{2}})$$

Die beiden erſten ſind Baſen, die beiden letzten Säuren. Da ſämmtliche Baſen Verbindungen mit Sauerſtoff ſind, ſo nennt man ſie überhaupt auch Oxyde, in welchem Falle dieſes Wort aber eine weit engere Bedeutung hat, als in dem bisher dir bekannten Sinne; es ſteht dann den Säuren, die man auch wohl Acide genannt hat, entgegen. Demnach tragen alſo MnO und Mn_2O_3 den Namen Manganoxyd; um ſie nun von einander zu unterſcheiden, hat man demjenigen dieſer beiden Körper, welcher den geringeren Sauerſtoffgehalt beſitzt, den Namen Oxydul gegeben, und dem anderen mit dem höheren Sauerſtoffgehalt den Namen Oxyd belaſſen.

Du ſiehſt alſo, daß dem Worte Oxyd in der That dreierlei Bedeutungen zukommen, was ſehr für die große Unvollkommenheit unſerer chemiſchen Benennungsweiſe ſpricht. Es heißt nämlich Oxyd eine Verbindung mit Sauerſtoff, ferner diejenige Verbindung mit Sauerſtoff, welche eine Baſis iſt, und endlich diejenige von mehreren baſiſchen Oxyden deſſelben Körpers, welche den größeren Sauerſtoffgehalt hat. In letzterem Fall beobachtet man indeſſen die Regel, das Wort nur in unmittelbarer Verbindung mit dem Namen des Metalls zu brauchen.

Die beiden Manganſäuren unterſcheidet man dadurch, daß man diejenige, welche am meiſten Sauerſtoff enthält, Uebermanganſäure nennt.

Zwiſchen den Baſen und den Säuren ſteht noch MnO_2, eine Verbindung, die weder das eine noch das andere iſt, die man daher indifferent nennt. Da ſie mehr Sauerſtoff als die Oxyde enthält, nennt man ſie Ueber- oder Super- oder Hyperoxyd.

Wir haben alſo folgende Reihenfolge von Verbindungen:

Manganoxydul MnO Manganſuperoxyd MnO_2 Manganſäure MnO_3
Manganoxyd Mn_2O_3 Uebermanganſäure Mn_2O_7.

Da das (feſte) Mangan, wie überhaupt alle Metalle, als Vertreter des Waſſerſtoffes, entſchieden electro-poſitiv, und der (gasförmige) Sauerſtoff der electro-negativſte aller Körper iſt, ſo wirſt du es ſehr natürlich finden, daß die größte Vereinigungskraft dieſer beiden Körper ſich in derjenigen Oxydationsſtufe findet, welche am wenigſten Sauerſtoff enthält, und daß dieſe Kraft mit der Zunahme von Sauerſtoff abnimmt. Es werden daher dieſe Oxyde um ſo leichter zerſetzt, oder ſie ſind um ſo unbeſtändiger, je mehr Sauerſtoff ſie enthalten. Natürlich ſind ſie auch um ſo electro-negativer, weshalb dann auch die unteren E

[illegible] Das [illegible] [illegible] ist [illegible] [illegible].

[illegible] mit einem [illegible] [illegible] Mangan[illegible] [illegible] gelegentlich [illegible] [illegible] nach [illegible]. [illegible], welches sich in der Natur in großen Mengen [illegible], und welches uns zur Darstellung aller anderen Manganverbindungen dienen [illegible].

Der Braunstein [illegible] [illegible] metallischen Prismen; er bildet auch [illegible] krystallinische Massen, die beim Zerreiben ein [illegible] Pulver geben; er findet sich sehr häufig mit anderen Erzen des Mangans gemengt.

Ein Theil des Sauerstoffs ist im Manganhyperoxyd mit geringerer Kraft an das Mangan gebunden, als der übrige. Schon beim starken Glühen entweicht der erstere und es bleibt Mangan mit weniger Sauerstoff verbunden zurück. Mache den Versuch in einer geschlossenen Glasröhre, oder auch in einem engen, bedeckten Tiegel; nach einiger Zeit wirst du den Sauerstoff an der bekannten Erscheinung mit dem glimmenden Holzspänchen erkennen. Es bleibt hierbei aber weder Manganoxyd, noch Manganoxydul zurück, sondern es verliert 1 Aequivalent Braunstein von den darin enthaltenen 16 Theilen Sauerstoff auch beim heftigsten Glühen nur $5\frac{1}{3}$ Theile. Um dieses Verhältniß, welches dir etwas gesetzwidrig erscheinen wird, auf eine gerade Aequivalentenzahl zurückzuführen, siehst du gleich, daß wir Alles verdreifachen müssen; dann verlieren:

3 Aeq. Braunstein 16 Theile oder 2 Aeq. Sauerstoff,

d. h. $3 MnO_2$ verlieren $2 O$, und da in $3 MnO_2$ oder Mn_3O_6 im Ganzen $6 O$ enthalten waren, so bleibt Mn_3O_4 übrig.

Dies mag dir noch immer gegen unser früher ausgesprochenes Gesetz zu sprechen scheinen, allein die Untersuchung dieses Körpers hat bewiesen, daß er nicht als eine selbstständige Verbindung zu betrachten ist, sondern daß sich darin sowohl Manganoxydul, wie Manganoxyd befindet, welche sich beide daraus darstellen lassen. Wirklich enthält:

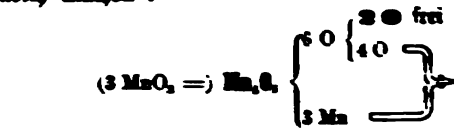
MnO	Mangan	1 Aeq.	
	Sauerstoff		1 Aeq.
Mn_2O_3	Mangan	2 Aeq.	
	Sauerstoff		3 Aeq.

Mn_3O_4 zusammen Mangan 3 Aeq. und Sauerstoff 4 Aeq.,

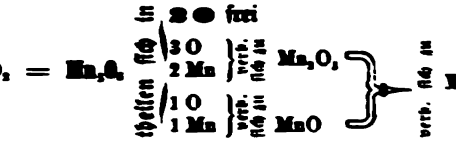
oder, wie man es zu schreiben pflegt, es ist

$$Mn_3O_4 = MnO + Mn_2O_3.$$

Wir können demnach die beſchriebene Zerſetzung folgendermaßen anſchaulich machen:



oder, unter Berückſichtigung der Beſtandtheile des Mn_3O_4

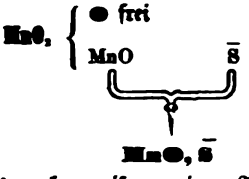


Auch kann man dieſen Vorgang durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$3\,MnO_2 = Mn_3O_4 + O_2.$$

Ihrer Zuſammenſetzung entſprechend trägt dieſe Verbindung den Namen Manganoxyd-oxydul.

Wenn man den Braunſtein mit Schwefelſäure behandelt, ſo ſpaltet ſich ebenfalls der Sauerſtoff in einen Theil, welcher bei dem Mangan verbleibt, und einen anderen, welcher frei wird. Es entſteht aber alsdann Manganoxydul, das mit der Schwefelſäure als ſchwefelſaures Manganoxydul zurückbleibt, und es wird alſo auf jedes Aequivalent Braunſtein 1 Aequivalent Sauerſtoff frei, nach dem Schema:



Du wirſt, um dieſes nachzuweiſen, einen Apparat gebrauchen, der demjenigen gleich iſt, in welchem du den Sauerſtoff aus dem chlorſauren Kali dargeſtellt haſt. In die Retorte bringe einige Loth Braunſtein und Schwefelſäure, erhitze das Gemiſch, fange nach einiger Zeit das entweichende Gas über Waſſer auf und überzeuge dich, daß es Sauerſtoff iſt. Wenn die Gasentwickelung, zu deren Bewirkung übrigens eine ziemlich ſtarke Hitze erforderlich iſt, nachläßt, ſo iſt die Retorte aus dem Apparate auszulöſen und deren Inhalt *nach dem Erkalten* mit Waſſer auszuziehen, der filtrirte Auszug aber einſtweilen aufzubewahren; wir werden ihn ſpäter nöthig haben.

Daß du ſtatt der Retorte auch einen kleinen Kolben mit rundem Boden nehmen kannſt und das zu erhitzende Gefäß in ein Sandbad zu ſtellen ſein wird, brauche ich wohl kaum zu erwähnen.

Willſt du, was nach dieſer Methode recht gut geht, möglichſt reinen Sauerſtoff darſtellen, und zugleich eine reine Löſung von ſchwefelſaurem

Manganoxydul erhalten, ſo haſt du vor ſeiner Anwendung den Braunſtein ein paar Mal mit Salpeterſäure auszukochen, dann auszuwaſchen und zu trocknen.

Du ſiehſt hieraus, daß das Manganſuperoxyd die Hälfte ſeines Sauerſtoffes leicht abgiebt. Dieſe Eigenſchaft benutzen wir jetzt zur Entziehung des Waſſerſtoffes der Salzſäure.

Um dies zu bewirken und die Eigenſchaften des entſtehenden Körpers kennen zu lernen, wirſt du einen Apparat anwenden, der dem eben benutzten völlig ähnlich iſt; nur muß derſelbe ſo aufgeſtellt und die Röhre ſo gebogen werden, daß dieſe zuletzt etwa 1′ lang *ſenkrecht* abſteigt, damit die Gasflaſchen mittelſt derſelben unmittelbar und ohne Anwendung des Waſſers gefüllt werden können.

Die Retorte iſt zu ¼ mit käuflicher (oder mit der aus dem Kochſalz erhaltenen) Salzſäure zu füllen und dann eben ſo viel Braunſtein hinein zu bringen, der Hals mit einem um ein Hölzchen gewickelten Stücke Papier zu reinigen und hierauf der ganze Apparat ſo aufzuſtellen, daß die Retorte im Zimmer befindlich iſt und erwärmt werden kann, während die Gasleitungsröhre außerhalb des Fenſters auf den Boden einer der Gasflaſchen mündet. Vor dem Beginne des Verſuchs iſt der Apparat unter Befolgung der früher gegebenen Regeln auf's *Gewiſſenhafteſte* auf ſeine Dichtigkeit zu prüfen. Die Gasflaſchen müſſen alle durch Austropfenlaſſen und mittelſt eines Tuches ſorgfältig ausgetrocknet und mit Talg verſehen ſein, damit das darin zu ſammelnde Gas weder mit Luft noch mit Waſſer in Berührung bleibe.

Nun erwärme die Retorte gelinde mittelſt einiger glühender Kohlen oder einer kleinen Lampe; du wirſt alſobald den Bauch und Hals derſelben und ſpäter auch die Gasflaſche, und zwar von unten anfangend, *blaßgrün* erſcheinen ſehen; dieſe Farbe rührt von dem aus der Salzſäure nach dem Entziehen des Waſſerſtoffes übrig bleibenden Körper her, welcher entweicht und den Namen

Chlor

von ſeiner grünen Farbe (von χλωρος, grünlichgelb) trägt. Da daſſelbe im Waſſer ſehr löslich iſt, ſo kann es nicht wohl in derſelben Weiſe aufgefangen werden, wie der Sauerſtoff und der Waſſerſtoff; ſondern wir benutzen ſeine Schwere, welche die der Luft übertrifft, um die Flaſchen zu füllen. Natürlich geht das nicht ohne Verluſt an Chlor von ſtatten; doch hat derſelbe, da er im Freien ſtattfindet, nicht viel zu ſagen.

Wenn die erſte Flaſche bis zu ihrer Mündung gleichmäßig blaßgrün erſcheint, ſo vertauſche ſie gegen eine andere, wobei du dich aber ſorgfältig vor dem Einathmen des Chlors zu hüten haſt, da dieſes Gas eine ſehr ſchädliche Einwirkung auf die Athmungswerkzeuge und die

Schleimhäute ausübt, und in großer Menge genossen sogar tödtlich werden kann. So viel aber brauchst du von chlorhaltiger Luft einzuathmen dich nicht zu scheuen, daß du mit dem Geruche dieses Körpers genau bekannt wirst; in so geringen Mengen wirkt es nicht schädlich, doch hüte dich vor dem nicht mit Luft vermischten Chlor! Ein unangenehmes Kratzen im Halse und ein heftiger Husten sind die ersten Anzeichen seines schädlichen Einflusses; frische Luft, Einathmen von ammoniak- oder schwefelwasserstoffhaltiger Luft (letztere durch Uebergießen von Schwefeleisen mit Wasser und Schwefelsäure zu bereiten), oder auch von Wasserdämpfen sind die besten Gegenmittel.

Die Auffammlung des Chlors kann auch über warmem Waſſer geſchehen, in welchem es nicht löslich ist; alsdann wird eben so verfahren wie beim Sauerstoff und Wasserstoff; allein die eben bezeichnete Methode, welche vor dem Fenster zu operiren gestattet, ist immer vorzuziehen.

Hast du mehrere Flaschen mit Chlor gefüllt, so überzeuge dich noch von der Löslichkeit desselben in Wasser dadurch, daß du das austretende Gas in eine mit Wasser gefüllte Flasche leitest; du wirst bemerken, daß die Blasen beim Durchstreichen durch die Höhe des Wassers sehr an Größe abnehmen. Setze die Entwickelung so lange fort, bis die Regelmäßigkeit des Entweichens aufhört und die Blasen mit einem eigenen Stoßen und theilweisen Zurücktreten des Wassers in das Rohr austreten. Dann muß die Röhre schnell aus dem Wasser genommen, hierauf erst das Feuer entfernt und die Retorte zum Abkühlen vors Fenster gebracht werden. Ihre Reinigung erfolgt später im Freien. Die Flasche mit der Lösung des Chlors in Wasser (Chlorwasser) verstopfe gut und bewahre sie vorläufig an einem völlig dunkelen Orte auf. Du hast bei dieser Darstellung des Chlorwassers mit Sorgsamkeit darauf zu achten, daß das Wasser nicht in die Glasröhre zurücksteigt; sowie diese Erscheinung eintritt, ist, wenn sie nicht durch stärkeres Erhitzen sofort wieder verschwindet, die Röhre aus dem Wasser zu entfernen und der Versuch so lange zu unterbrechen, bis die Retorte nach dem Erkalten und Reinigen neu beschickt ist. Es muß alsdann jedesmal der Apparat wieder auf vollkommenen Schluß geprüft werden, da möglicherweise der Kork gelitten haben könnte, und bei einem undichten Apparate das entweichende Chlor sehr lästig wird.

Im Ganzen mußt du sorgen, mindeſtens 4—5 mittelgroße Flaschen und 3 weiße Medicinfläschchen Chlor und eine nicht zu kleine Flasche Chlorwasser zu erhalten. Geht die Entwickelung noch weiter fort, so kannst du auch noch ein paar Cylindergläser damit füllen, die zu dem zweiten und dritten Experimente sehr bequem sind; bis zum Gebrauche sind sie mit einer Glasplatte zu bedecken, die das Chlor auf einige Minuten am Entweichen zu hindern vermag.

Wir wenden uns zum näheren Betrachten der Eigenschaften dieses höchst merkwürdigen und wichtigen Körpers.

Seine Farbe und sein Geruch, sowie seine Löslichkeit im Wasser sind dir jetzt schon hinreichend deutlich geworden. Um sein Verhalten gegen brennende Körper zu untersuchen, hast du nur ein angezündetes Stückchen Wachskerze in die Flasche zu bringen: es wird darin nicht verlöschen, sondern mit einer trüben und stark rußenden Flamme zu brennen fortfahren. Daß dieses keine eigentliche Verbrennung ist, versteht sich bei der Abwesenheit des Sauerstoffes von selbst: es ist nur eine von starker Wärmeentwickelung und mit Lichterzeugung verbundene Vereinigung des Chlors mit dem Wasserstoff des Brennmaterials, während sich der darin gleichfalls enthaltene Kohlenstoff, der sich mit dem Chlor nicht verbindet, als Ruß ausscheidet. Dasselbe läßt sich noch deutlicher mit Terpentinöl zeigen: tauche ein Stück mit dieser Flüssigkeit getränktes und angezündetes Papier an einem langen Draht in das Chlor; es wird unter starkem Ruße mit röthlicher Flamme und unter Entwickelung von unerträglich riechenden Produkten brennen.

Sowie hier der Wasserstoff des brennenden Körpers, so verbinden sich auch manche Metalle unter starker Wärme- und Lichtentwickelung mit dem Chlor: pulvere im Mörser etwas Antimonmetall und lasse von dem feinen Pulver nach und nach in das Chlor fallen; es wird sich unter Erglühen und unter Bildung von weißen Dämpfen (Chlorantimon) damit verbinden.

Dasselbe geschieht, wenn man unächtes Blattgold (dünngeschlagenes Messing) an einem Drahte in das Chlor taucht.

Das noch übrige Chlor wirst du nun zu folgenden Versuchen verwenden, dich dabei aber vor dem Einathmen des Chlors sehr zu hüten haben.

In eine Flasche bringe etwas Lackmustinktur; sie wird beim Schütteln sogleich erbleichen. Aus einer Flasche mit weitem Halse gieße das Chlor in ein offenes Glas aus (wobei aber beide auf Armeslänge von dir entfernt zu halten sind), gerade wie man eine Flüssigkeit ausgießt. Daß es sich ausgießen läßt, erkennst du an der Farbe und an dem Gelblichwerden von etwas Lackmustinktur, die in das Glas gebracht wird.

Hast du vielleicht etwas Natrium, so bringe dasselbe an einem Drahte in Chlor: es wird sich damit unter Funkensprühen verbinden. Durch Ausspülen des Gefäßes mit Wasser wirst du eine Kochsalzlösung erhalten. In Ermangelung von Natrium thut Kalium dieselben Dienste, nur bildet sich Chlorkalium, welches aber in seinem Aeußeren und seinen sonstigen Eigenschaften dem Chlornatrium sehr ähnlich ist.

Ein blaues oder rothes Stück Kattun wird befeuchtet und mittels

Stäbchens in eine mit Chlor gefüllte Flasche gehängt; es wird, wie Lackmustinktur, nach einiger Zeit gebleicht erscheinen.

Endlich treibe aus einer Medicinflasche die Hälfte des Chlors durch behutsames Eingießen von heißem Wasser aus, verstopfe die Flasche, ehre sie in die pneumatische Wanne um und fülle die Flasche vollends mit Wasserstoff aus einem unterdessen bereit gestellten Apparate, verstopfe sie wieder und umwickele sie mit derselben Vorsicht, wie ich es früher für das Knallgas angegeben, mit zwei Tüchern, verfahre genau wie damals und du wirst sehen, daß sich das Gemenge von Wasserstoff und Chlor eben so wie damals entzünden läßt und die Verbindung beider Körper unter einer heftigen Explosion stattfindet.

Das Ganze muß rasch und nicht unter dem Einfluß des grellen Sonnenlichtes geschehen. Die andere Medicinflasche mit Chlor fülle auch ein ähnliches Verfahren ebenfalls halb mit Wasserstoff und halb mit Chlor, verstopfe sie wohl und wirf sie aus dem Zimmer, in welches die Sonne nicht scheinen darf, in einen von der Sonne beschienenen Theil des Hofes oder Gartens, so daß sie noch in der Luft plötzlich aus dem Schatten in den grellen Sonnenschein übergeht; sie wird in demselben Momente mit einem heftigen Knalle zerplatzen. Natürlich hast du zu diesem Experimente einen recht sonnigen Tag zu wählen, denn das Einleiten des Wasserstoffes darf nur unmittelbar vor der Benutzung der gefüllten Flasche zur Explosion geschehen.

Endlich fülle auch die dritte Medicinflasche wie die beiden anderen, und stelle sie verstopft an einen hellen Ort des Zimmers, wohin aber nicht die Sonnenstrahlen fallen. Dann gieße auch etwas Chlorwasser in eine andere weiße Flasche und stelle diese neben jene, während der erst stets an einem dunkelen Orte aufzubewahren oder mit schwarzer Farbe oder schwarzem Papier zu überziehen ist.

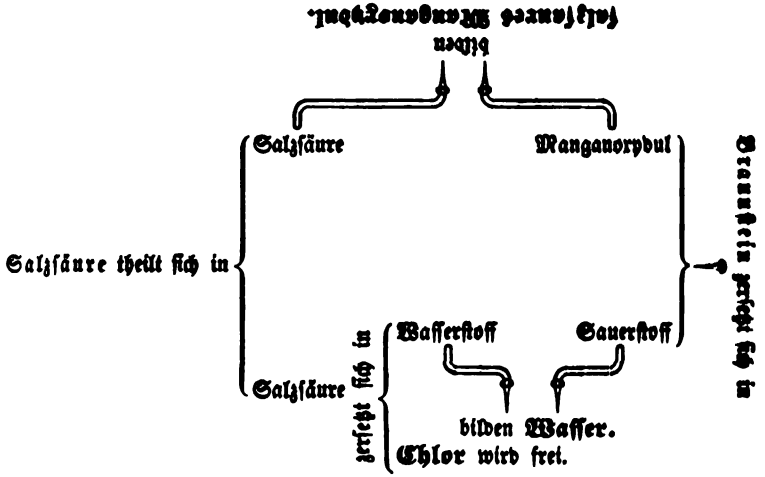
Absichtlich habe ich von allen den beobachteten Erscheinungen keine Erklärung geben wollen, um den Gang dieser Experimente, welche in ununterbrochener Reihenfolge angestellt werden müssen, nicht zu stören und aufzuhalten. Ich werde daher diese Erläuterungen in meinem nächsten Briefe nachholen.

30. Brief.

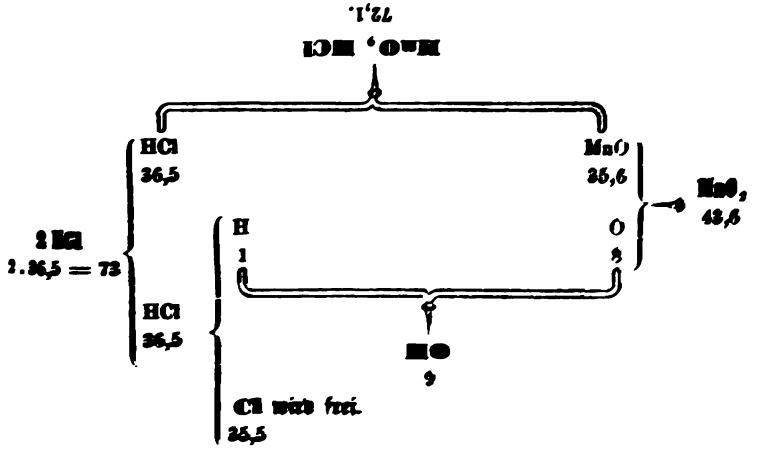
Fortſetzung; andere Darſtellung des Chlors. Chlormetalle, Salzbildner, Haloid- und Amphidſalze, Haloidſäuren. Erklärung ihrer Darſtellung. Eigenſchaften der Salzſäure. Zerſetzung derſelben durch den galvaniſchen Strom.

Wenn ich dir im Folgenden von den Eigenſchaften des Chlors ſpreche, ſo wirſt du darin die Erklärung und den Grund für alle geſehenen Erſcheinungen finden, ſo wie du in dieſen für das, was du jetzt leſen wirſt, die Belege ſehen ſollſt; du wirſt bei den einzelnen Punkten dir diejenigen Experimente vergegenwärtigen, welche dieſelben betreffen.

Die Zerſetzung, in deren Folge das Chlor frei wird, iſt aus dem früher Geſagten klar. Das Manganſuperoxyd verliert die Hälfte ſeines Sauerſtoffes an den Waſſerſtoff der Salzſäure; dadurch wird aus erſterem Manganoxydul, während aus letzterer das Chlor frei wird; das Manganoxydul aber vereinigt ſich, in Folge ſeiner großen Neigung ſich mit Säuren zu verbinden, mit einem anderen Theil der Salzſäure zu ſalzſaurem Manganoxydul. Du wirſt mir erwiedern: die Salzſäure exiſtirt ja nicht mehr, da ſie in Chlor und Waſſerſtoff zerfallen iſt. Darin würdeſt du Recht haben, wenn eine ſolche Zerſetzung in einem Augenblicke abgeſchloſſen wäre, allein während aus einem Theil Salzſäure Chlor und Waſſerſtoff wird, bleibt ein anderer Theil noch unverändert, und mit dieſem verbindet ſich dann das Manganoxydul, welches während der Zerſetzung des erſteren ſich bildete, und ſo geht es fort, bis die eine Hälfte der Salzſäure zerlegt und die andere mit dem Manganoxydul verbunden iſt, welche zwei Thätigkeiten faſt gleichzeitig geſchehen. Die Zerſetzung iſt alſo folgende:



Da aus 1 Aequivalent Braunstein 1 Aequivalent Manganoxydul wird, so ist zur Bindung desselben auch 1 Aequivalent Salzsäure erforderlich, während ein anderes Aequivalent Salzsäure zersetzt werden muß, um das 1 Aequivalent Wasserstoff für das 1 Aequivalent Sauerstoff des Braunsteins zu liefern. Wir haben daher die Zersetzung uns folgendermaßen darzustellen; die untergesetzten Zahlen sind die Aequivalentzahlen:



Es sind demnach zur Darstellung von 35,5 Gewichtstheilen Chlor erforderlich: 43,6 Theile Braunstein und 73 Theile Salzsäure; es werden als Nebenprodukt erhalten: 9 Theile Wasser und 72,1 Theile salzsaures Manganoxydul.

Das spezifische Gewicht des Chlors ist 2,44, d. h. es wiegt mal 2½ mal so viel, wie sein gleiches Volumen Luft. Die Löslichkeit

[illegible] beträgt so viel, daß sich bei der gewöhnlichen Temperatur in [illegible] Raumtheile Wasser 2,5 Raumtheile Chlor lösen.

Die Verwandtschaft des Chlors zu den meisten übrigen Stoffen ist [illegible] groß, namentlich ist die zu dem Wasserstoff ausgezeichnet; die Verbindung der beiden Gase geht vor sich:

1) durch Anzünden,

2) durch den Einfluß des Lichtes, und zwar

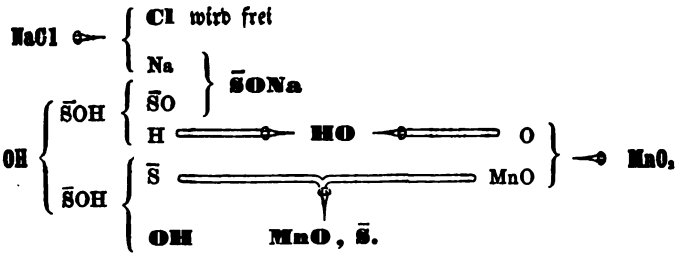
a) unter den directen Sonnenstrahlen mit Explosion;

b) bei gewöhnlichem Tageslicht langsam.

Im Dunkeln können beide Gase unverbunden neben einander bestehen.

Das Produkt dieser Verbindung ist die Salzsäure; wir kennen sie schon längst und werden ihre Eigenschaften noch weiter studiren. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff ist so groß, daß es denselben sogar dem Wasser unter gewissen Umständen entzieht. Unter dem Einfluß des Sonnenlichtes entsteht aus dem Chlorwasser sehr schnell, am gewöhnlichen Tageslichte langsam Salzsäure, während der Sauerstoff des Wassers entweicht. Wir werden dies später noch nachweisen können. Das Chlor wirkt auf die Pflanzenfarben zerstörend ein, weshalb sie durch dasselbe gebleicht werden. Zum Theil rühre diese Wirkung von dem Entziehen des Wasserstoffes her, was eine gänzliche Zersetzung der Farbstoffe zur Folge hat. Diese Eigenschaft kommt auch noch manchen Verbindungen des Chlors zu, weshalb diese, so wie das Chlor selbst zum Bleichen in großem Maßstabe angewendet werden. Es bildet sich hierbei stets Salzsäure, welche später auf die zu bleichenden Stoffe eine sehr schädliche Wirkung ausübt, wenn das Chlor längst, weil gasförmig entwichen ist. Dies ist der Grund, warum man beim Bleichen mit Chlor mit großer Sorgfalt den gebleichten Stoff wiederholt mit Wasser auszuwaschen hat. Es gilt dies auch für den Fall, wo man im Kleinen Flecken, z. B. Obst- oder Tintenflecken, durch Chlor zerstören will. Wendet man dasselbe in Gestalt von Chlorwasser oder auch als Gas (wobei die betreffende Stelle zu befeuchten ist) an, und läßt man die Berührung nicht länger dauern, als nothwendig, so ist, wenn hinreichend ausgewaschen wird, für den Stoff nichts zu befürchten. Mit den Metallen verbindet sich das Chlor unter lebhafter Licht- und Feuerentwickelung. Das Produkt heißt Chlormetall oder Chlorür oder auch Chlorid. So z. B. ist das Chlornatrium ein Natriumchlorür, die Verbindung mit Antimon aber trägt den Namen Antimonchlorid, indem dieses Metall sich in zwei Verhältnissen mit dem Chlor verbindet; dasjenige Chlorantimon, welches am meisten Chlor enthält, heißt dann Chlorid, dasjenige mit dem geringeren Chlorgehalt Chlorür; es entsprechen diese Namen also dem O[illegible]xydul.

Das Chlor kann noch auf eine andere Weiſe dargeſtellt werden. Erinnere dich, daß wir den Waſſerſtoff der Schwefelſäure durch das Natrium des Kochſalzes vertreten ließen, daß wir das frei gewordene Chlor an den Waſſerſtoff gebunden erhielten und daß wir daſſelbe von dieſem dann wieder durch den Sauerſtoff des Braunſteins gebunden haben, wodurch das Chlor wieder frei wurde. Wir können alſo unmittelbar aus dem Kochſalz das Chlor erhalten, wenn wir den Waſſerſtoff gleich anfangs an Sauerſtoff, und zwar am beſten an den des Braunſteins binden. Dieſen können wir, wie du weißt, aus demſelben durch Erhitzen mit Schwefelſäure frei machen. Wir haben alſo eine zweifache Zerſetzung einzuleiten: erſtens haben wir Kochſalz mit Schwefelſäure und zweitens Braunſtein mit Schwefelſäure zu behandeln, beides muß gleichzeitig geſchehen; dann wird nicht die Salzſäure und auch nicht der Sauerſtoff frei, ſondern im Momente des Entſtehens bilden dieſe beiden Chlor und Waſſer. Es geht hieraus auch das Verhältniß der anzuwendenden Beſtandtheile hervor, nämlich 1 Aequivalent Kochſalz, 1 Aequivalent Braunſtein und für jedes 1 Aequivalent, oder im Ganzen 2 Aequivalente Schwefelſäure. Ich brauche dir nun die Wirkung dieſer Stoffe nicht weiter auseinander zu ſetzen: als Produkte erhalten wir Chlor, Waſſer, ſchwefelſaures Natron und ſchwefelſaures Manganoxydul:



Wenn du dir unter jedem Buchſtaben die dadurch bezeichneten Gewichtsmengen der betreffenden Körper denkſt, ſo erhältſt du die erforderlichen Gewichtsverhältniſſe. Mache die Probe, ob auch die Summe der angewandten Stoffe an Gewicht gleich der Summe der erhaltenen iſt, wenn du für das dir noch unbekannte S̄ die Zahl 40 annimmſt.

Mache endlich den Verſuch ſelbſt, indem du die berechneten Mengen miſcheſt und in einer Retorte gelinde erwärmſt; du wirſt einen recht regelmäßigen Strom Chlor erhalten. Es iſt für die Anwendung im Großen dieſe Methode aus zwei Gründen der früher beſchriebenen vorzuziehen; denn erſtens iſt es natürlicher, aus dem Kochſalz gleich das Chlor zu erhalten, als erſt noch gezwungen zu ſein, die Salzſäure darzuſtellen und dann mittelſt dieſer das Chlor zu erzeugen; und zweitens wirſt du bemerken, daß *man nur aus* je 2 Aequivalenten Salzſäure

1 Aequivalent Chlor erhält, wenn man dieſe mit Braunſtein zuſammenbringt; da nun zur Gewinnung eines jeden Aequivalentes Salzſäure ein Aequivalent Kochſalz gehört, ſo erhellt, daß man bei dieſer Methode aus je 2 Aequivalenten Kochſalz immer nur 1 Aequivalent Chlor, alſo gerade nur die Hälfte des darin enthaltenen gewinnt. Obiges Schema zeigt aber, daß nach der letzteren Methode aus jedem Aequivalent Kochſalz auch 1 Aequivalent Chlor erhalten wird, daß alſo nichts davon unentwickelt bleibt. Geht aber bei der anderen Methode wirklich etwas verloren, oder wo kommt das nicht gewonnene Aequivalent Chlor hin?

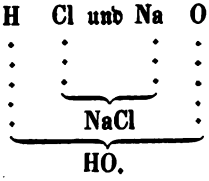
Ich überlaſſe die Löſung dieſer Frage deinem Scharfſinn.

Daß wir aus Natrium und Chlor durch einfaches Zuſammenbringen Kochſalz erhalten können, haſt du entweder ſelbſt verſucht, oder doch aus meiner Mittheilung entnehmen können. Früher haben wir aber auch aus Salzſäure und Natron oder kohlenſaurem Natron Kochſalz erhalten — wie hängt dies zuſammen, und iſt nicht doch etwa im Kochſalz Salzſäure zugegen?

Die Verbindungen des Chlors, ſo wie die einiger anderer Körper, die wir bald kennen lernen werden, mit den Metallen, bilden eine ganz eigene Klaſſe von Körpern, deren Hauptglied und Muſterbild das Chlornatrium iſt. Da dieſer Körper nun von Alters her den Namen Salz trägt, ſo hat man dieſen Namen, der eigentlich eine andere Art Verbindungen (ſ. oben) bezeichnet, auch für alle dieſe Verbindungen beibehalten. Es bilden alſo die Chlormetalle und die Verbindungen der anderen hierher gehörenden Körper (Jod, Fluor, Brom, Cyan) mit den Metallen eine eigene Klaſſe von Salzen, denen man zum Unterſchied von den übrigen den Namen „kochſalzähnliche Salze“ oder „Haloidſalze“ (vom griechiſchen ἁλς Salz) gegeben hat. Die ganze Klaſſe der dem Chlore ähnlichen Körper heißen demnach Salzbildner oder Halogene. Dieſe Haloidſalze unterſcheiden ſich weſentlich von den übrigen dadurch, daß ſie keine Säure, ja nicht einmal Sauerſtoff enthalten. Du wirſt dich erinnern, daß jene ſowohl in der Säure, wie in der Baſis Sauerſtoff enthalten; man hat ſie deswegen auch zum Gegenſatz von den Haloidſalzen Amphidſalze, d. h. beiderſeitige Salze (von ἀμφι, auf beiden Seiten) benannt. Indeſſen, wenn man in den Haloidſalzen auch keine Säure wahrnehmen kann, ſo wiſſen wir doch, wenigſtens vom Chlornatrium, daß man daſſelbe mittelſt einer Säure und einer Baſis erhalten, ſo wie daß man daraus eine Säure darſtellen kann. Dieſe Säure aber enthält keinen Sauerſtoff; es iſt alſo wiederum eine andere Art Säure als diejenige, die wir früher ſo genannt haben. Es folgt hieraus, daß es auch Säuren giebt, die keine Oxyde

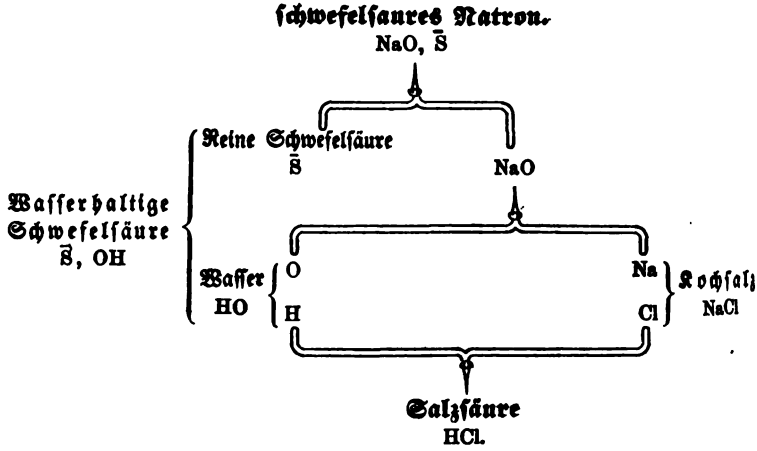
ſind. Sie enthalten alle Waſſerſtoff; man hat ſie daher Waſſerſtofffäuren genannt, ein Name der aber grundfalſch iſt. In den Sauerſtofffäuren (electro-negativen Oxyden) iſt nämlich der Sauerſtoff das ſäuernde Princip (derjenige Körper, welcher der Verbindung die electro-negativen Eigenſchaften ertheilt); in der Salzſäure und den Säuren derſelben Art (die aus Haloidſalzen zu erhalten ſind) kann aber der electro-poſitiviſte aller Körper, der Waſſerſtoff, dieſe Wirkung nicht ausüben. Der Unterſchied zwiſchen einem Haloidſalz und der zugehörigen Säure (wie z. B. zwiſchen NaCl und HCl) iſt aber einfach der, daß in der letzteren Waſſerſtoff an der Stelle des Metalls befindlich iſt. Dadurch wird allerdings der Körper ein ſaurer, d. h. er ſchmeckt ſauer und reagirt ſauer auf Pflanzenfarben; das Electro-negative darin aber iſt Chlor oder ein anderer Salzbildner, und man ſollte ſie daher Säuren der Salzbildner nennen; wir nennen ſie deshalb *Haloidſäuren* und verſtehen unter dieſen „kochſalzähnlichen Säuren" ſolche Haloidſalze, die ſtatt eines wirklichen Metalls Waſſerſtoff enthalten.

Um nun wieder auf unſer Thema zurückzukommen, bemerke ich ein für allemal, daß, wenn eine ſolche *waſſerſtoffhaltige* und *ſauerſtofffreie* Säure mit einer (ſauerſtofffhaltigen) Baſis zuſammenkommt, der Waſſerſtoff und Sauerſtoff ſich zu Waſſer vereinigen. Auf der einen Seite bleibt der Salzbildner, auf der anderen das Metall übrig und dieſe treten zu einem Haloidſalz zuſammen, welches in dem gebildeten und dem ſonſt etwa vorhandenen Waſſer gelöſt bleibt. So giebt z. B.



Du wirſt dich erinnern, daß wir umgekehrt auch ſchon früher einmal ein in Waſſer gelöſtes Chlormetall als das ſalzſaure Metalloxyd betrachtet, und dieſe Vorſtellung ſpäterhin berichtigt haben (Brief 24); denn es iſt ja NaCl und HO eben ſo viel wie NaO und HCl, indem man ſich den Waſſerſtoff als zum Chlor, den Sauerſtoff als zum Natrium gehörig denkt.

Die Darſtellung der Salzſäure haſt du alſo nunmehr ſo zu erklären: das Waſſer der Schwefelſäure zerſetzt ſich, der Waſſerſtoff tritt an die Stelle des Natriums und bildet mit dem Chlor Salzſäure, der Sauerſtoff tritt an das Natrium des Salzes zu Natron, welches mit der waſſerfrei gewordenen Schwefelſäure verbunden als ſchwefelſaures Natron zurückbleibt. Das Schema iſt demnach folgendes:



Du siehst hieraus zweierlei: 1) ohne Wasser kann die Zersetzung nicht vor sich gehen und 2) dasjenige Aequivalent Wasser, welches in der Schwefelsäure enthalten ist, reicht hierzu gerade aus.

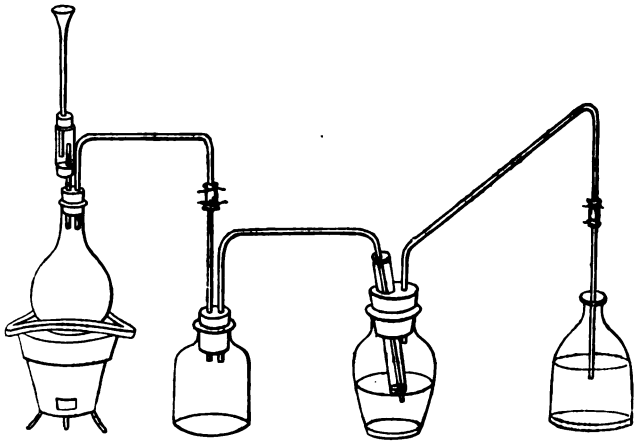
Einen Beleg für diesen Ausspruch findest du wirklich in der Thatsache, daß wasserfreie Schwefelsäure und trockenes Kochsalz gar nicht auf einander wirken, daß aber obige Zersetzung in dem Augenblicke beginnt, wo man das fehlende Wasser hinzubringt.

Du hast nun zunächst eine größere Quantität Salzsäure darzustellen, um ihre Eigenschaften kennen zu lernen. Richte den hier gezeichneten Apparat ein und achte dabei genau auf die Länge der Röhren, und auf die Tiefe, bis zu welcher sie in das Wasser tauchen. Die Größe des Apparates richtet sich nach der Menge Säure, die du darstellen willst (Fig. 118, siehe die folgende Seite).

Es wird dir, da du später noch öfter reine Salzsäure nöthig haben wirst, sehr nützlich sein, wenn du wenigstens sorgest, daß du 4 bis 8 Loth davon erhältst; sie sammelt sich im reinen Zustande in der Waschflasche an, was dort noch durchgeht, löst sich in der letzten Flasche. Die aus dem Kolben mitgerissenen fremden Bestandtheile setzt sie in der ersten, leer gebliebenen Waschflasche an, die deshalb leer gelassen wird, damit sie das etwa bei einem mangelhaften Gange zurücksteigende Wasser der anderen aufnehmen könne. Sie muß, damit sie sich nicht zu sehr erhitze, gleich anfangs in eine Schale mit Wasser gestellt werden.

In den Kolben bringe etwa ½ Pfund Salz und ½ Pfund Wasser und setze dann allmälig ½ Pfund Schwefelsäure zu. Hat die Gasentwickelung nachgelassen, so ist der Kolben so zu erhitzen, daß sie einen recht gleichmäßigen und nicht zu schnellen Verlauf nimmt. Wenn nach einiger Zeit die Gasblasen auch in der zweiten Flasche nicht mehr ganz absorbirt werden, wohl aber in etwas vorgehaltenem Wasser gänzlich sich

Fig. 118.



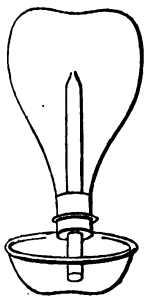
ſen, dann trockne die Röhre wieder ab und leite das nun entweichende
in einige wohl getrocknete Gasflaſchen, ſo wie in eine etwas große
icinflaſche. Den Augenblick, wo dieſelben ganz angefüllt ſind, kannſt
un zwar nicht, wie beim Chlor, an der Farbe erkennen, da die
ſäure, wie du ſiehſt, ein farbloſes Gas iſt; du wirſt dich auf deine
hmaßung und die ſtarke Röthung eines blauen Lackmuspapierſtreifens,
ie Mündung gehalten, verlaſſen müſſen; auch pflegen ſich, wenn
flaſchen gefüllt ſind, ſtarke weiße Nebel zu zeigen. Dann ver-
ße die Flaſchen ſorgfältig, nimm den Apparat raſch auseinander
laſſe ihn im Freien erkalten, worauf der Kolben mit viel Waſſer
pülen, der Inhalt der zweiten und der letzten Flaſche als „reine
ſäure“ in einer Flaſche mit Glasſtöpſel aufzubewahren iſt.

Eine ſehr hervorſtechende Eigenſchaft des Salzſäuregaſes wirſt du
:s bemerkt haben, nämlich ſeine Löslichkeit in Waſſer; dieſe iſt die
he, weshalb die Röhre in der Waſchflaſche nicht tief in's Waſſer
ıchen darf, indem ſich ſonſt die Salzſäure zu vollſtändig auflöſen
nan ſogar Gefahr laufen würde, daß das Waſſer in der Röhre
ſtiege, um dem kommenden Gaſe entgegenzueilen. Taucht aber
löhre nicht tief ein, ſo kann nicht viel Waſſer darin emporſteigen,
dann ſehr bald die Mündung ganz vom Waſſer befreit wird.

Anziehungskraft von Salzſäure und Waſſer iſt es auch, welche
eißen Nebel beim Austritt des Gaſes in die Luft veranlaßt. Das
zieht die Feuchtigkeit dieſer letzteren an; die entſtandene waſſer-
e Säure iſt aber nicht gasförmig, ſondern flüſſig und ſcheidet ſich
in Geſtalt ſehr feiner Tröpfchen aus der Luft ab, deren Vereini-
den Nebel bildet, welchen du beobachtet haben wirſt. Um dir d

große Begierde des Waſſers nach Salzſäure noch anſchaulicher zu machen, brauchſt du nur eine der mit dem Salzſäuregas gefüllten Flaſchen unter Waſſer zu öffnen; dieſes wird mit großer Schnelligkeit in die Flaſche ſteigen und darin nur denjenigen Raum unerfüllt laſſen, den die etwa noch nicht ganz verdrängt geweſene Luft einnahm. Wenn gar keine Luft mehr in der Flaſche geweſen war, ſo kann es ſelbſt vorkommen, daß durch die Heftigkeit des einſtrömenden Waſſers die Flaſche zerſchlagen wird. Ein recht hübſches Experiment beweiſt ebenfalls dieſe große Löslichkeit: ſuche einen auf die große mit Salzſäure gefüllte Flaſche paſſenden Stöpſel aus und bringe in dieſem eine eben ſolche Röhre an, wie wir ſie in der einfachen Spritzflaſche (Brief 19) gebraucht haben, mit dem Unterſchied, daß die ſpitze Oeffnung nach innen und bis etwas weiter als zur Mitte der Flaſche reichen muß. Du kannſt ruhig den Kork in die Flaſche einpaſſen; wenn du dieſe Operation nicht gar zu langſam machſt, wird von dem ſchweren Salzſäuregas nicht viel in die leichtere Luft entweichen. Wenn du nun die Flaſche umgekehrt in Waſſer tauchſt (Fig. 119), wird dieſes anfangs nur langſam in der Röhre emporſteigen, dann aber, wenn einige Tropfen übergelaufen ſind, in einem raſchen und hell ſprudelnden Strahl in die Flaſche ſtürzen und dieſe anfüllen. Wenn dieſe recht trocken und ganz mit reiner Salzſäure angefüllt war, gelingt der Verſuch ſehr ſchön, doch haſt du dich zu hüten, während der Abſorption an die Flaſche zu ſtoßen, da ſie dadurch leicht zerſchmettert werden kann. Es wird nämlich, wenn die erſten Tropfen in das Innere gelangen, durch die Abſorption des Gaſes an der ziemlich großen Waſſeroberfläche ein luftverdünnter Raum gebildet, in welchen dann das Waſſer mit großer Gewalt durch den Druck der äußeren Luft hineingetrieben wird.

Fig. 119.



Die auf die eine und die andere Weiſe erhaltenen Löſungen des Salzſäuregaſes in Waſſer zeigen einen ſauren Geſchmack und ſtark ſaure Reaction auf blaues Lackmuspapier, wie das auch nicht anders zu erwarten ſtand.

Daſſelbe wirſt du beobachten, wenn du den Inhalt der beiden dem Tageslichte früher ausgeſetzten Flaſchen unterſucheſt, deren eine Chlor und Waſſerſtoff, die andere Chlorwaſſer enthalten hatte. Das im Dunkeln aufbewahrte Chlorwaſſer wird dagegen das Lackmuspapier *bleichen*, zum Beweis, daß noch fortwährend Chlor und keine Salzſäure vorhanden iſt.

Eine andere Quantität Salzſäure iſt auf das Verhalten derſelben gegen brennende Körper mittelſt einer Kerze zu prüfen; dieſe wird darin, ohne das Gas anzuzünden, verlöſchen, was dir unter Anderem beweiſen

wird, wie wesentlich verschieden die Eigenschaften einer chemischen Verbindung und eines bloßen Gemenges zweier Körper sind.

Den stechenden Geruch der Salzsäure wirst du längst bemerkt haben; sie wirkt sehr schädlich und auf alles Organische zerstörend ein; ein kleiner grüner Zweig wird darin sofort welken und absterben.

Da die reine Salzsäure Gasgestalt besitzt, so kannst du leicht denken, daß die gewöhnliche „Salzsäure“ eine mehr oder weniger concentrirte Lösung von Salzsäuregas ist. Je stärker sie raucht, desto concentrirter ist sie; wenn das Wasser völlig gesättigt ist, so hat es etwa sein 400faches Volumen Salzsäuregas aufgenommen; dadurch vergrößert es sein eigenes Volumen um etwa $\frac{1}{3}$ und nimmt an specifischem Gewichte ab.

Die gasförmige Salzsäure wird von vielen Metallen unter Substitution ihres Wasserstoffes durch das Metall zersetzt. Es entsteht also so ein Haloidsalz, oder, wenn du willst, das Chlorür des Wasserstoffes verwandelt sich in das eines Metalls und der gasförmige Wasserstoff entweicht. Dasselbe geschieht, wenn man gewisse Metalle mit Salzsäurelösung (die wir in Zukunft wieder kurzweg Salzsäure nennen wollen, da der viel gebrauchte Name flüssige Salzsäure falsch ist) behandelt, nur geht alsdann das gebildete Salz in Lösung.

Mache den Versuch mit Zink und mit Eisen; in beiden Fällen wirst du Wasserstoff erhalten, an seiner Brennbarkeit leicht erkenntlich, und später durch Verdampfung der Lösung und Erkaltenlassen die Krystalle der Chlorüre darstellen können.

Einige von den vielen Chlorüren haben wir schon jetzt noch etwas näher kennen zu lernen, und zwar zunächst das Kochsalz. Ich spreche davon im folgenden Briefe, doch muß ich erst noch eine Bemerkung einschalten, die sich auf die Salzsäure und alle Chlormetalle gemeinschaftlich bezieht. Dieselben besitzen nämlich, wie du schon vielfach Gelegenheit zu beobachten hattest, keineswegs die bleichende Eigenschaft des Chlors; dennoch kommt diese dem darin enthaltenen Chlor noch immer zu und ist nur für so lange versteckt, wie dieses mit dem Metall oder dem Wasserstoff verbunden ist. Um dies recht augenfällig zu machen, kannst du folgenden hübschen Versuch anstellen.

Pulvere ein Stück Indigo von der Größe einer Nuß, übergieße das erhaltene Pulver mit 2 Loth Schwefelsäure und erwärme das Ganze gelinde auf dem Sandbad. Mittlerweile richte deine galvanische Batterie her, bringe alle Drähte in Ordnung, fülle die gebogene Zersetzungsröhre mit etwas verdünnter Salzsäure und beschicke hierauf die Batterie mit den beiden zugehörigen Säuren. Dann verbinde die einzelnen Theile wie bei der Zersetzung des Wassers, und färbe die Salzsäure dunkelblau mittelst einiger weniger Tropfen von der Indigolösung in Schwefelsäure. Dann tauche die an beiden Poldrähten befestigten Platin-

drähte in die Röhre mit der blau gefärbten Salzsäure. Du wirst sofort an beiden sich Gasblasen entwickeln sehen und sehr bald wird an der einen Seite die blaue Farbe erbleichen und endlich ganz verschwinden. Siehe nach, an welchem Pole dies geschieht — es muß der Zinkpoldraht sein, also der vom electro-positiven Pole ausgehende. Also ist es der electro-negative Bestandtheil der Salzsäure, welcher die Farbe des Indigo's zerstört hat, was nicht die Salzsäure und nicht einmal die noch stärkere Schwefelsäure vermocht hatte, eine Kraft, die aber, wie wir wissen, dem Chlor zukommt.

Dasselbe ließe sich für die Chlormetalle nachweisen, doch treten hier untergeordnete Zersetzungen ein, die den Erfolg des Experimentes, oder doch die daraus zu ziehenden Schlüsse, stören würden.

33. Brief.

Eigenſchaften und Gewinnung des Kochſalzes; Anwendung. Chlorkalium; Chlormangan. Atomiſtiſche Theorie und Erläuterung der chemiſchen Geſetze mit Hülfe derſelben. Atomgewichte und Aequivalente. Aufgaben als Anwendung.

Die Kryſtallform und Löslichkeitsverhältniſſe des Kochſalzes, ſo wie die verſchiedenen Methoden, es in größeren oder kleineren Kryſtallen zu erhalten, werden dir noch von den früheren Verſuchen her erinnerlich ſein; ſeine Zuſammenſetzung iſt dir nunmehr gleichfalls bekannt; wir wollen uns daher jetzt mit ſeinen übrigen Eigenſchaften näher bekannt machen.

In einem offenen heſſiſchen Tiegel erhitze etwas Kochſalz: es wird unter heftigem Knacken und Kniſtern weit hinausgeſchleudert werden; dieſes ſogenannte Verkniſtern rührt von dem Umſtande her, daß zwiſchen den einzelnen Theilchen der Kryſtalle geringe Mengen von Mutterlauge mechaniſch eingeſchloſſen werden, welche, beim Erhitzen verdampfend, dieſelben zerſprengen. Daſſelbe iſt ſo ſtark, daß man nicht im Stande iſt, im offenen Tiegel das Salz zum Glühen zu bringen, weil vorher alles mit großer Gewalt weggeſchleudert wird, ſo daß man ſelbſt das Geſicht davor zu hüten hat.

Nun verſchließe den Tiegel und erhitze zum ſtarken Glühen; hüte dich aber wohl, ſpäter noch Kochſalz hineinzubringen, es könnte dir ſo heftig ins Geſicht geworfen werden, daß du einen Unfall zu beſorgen hätteſt. In der hellen Rothglühhitze wirſt du das Salz zur klaren, hellen, dünnen Flüſſigkeit ſchmelzen ſehen, die nach dem Erkalten kryſtalliniſch erſtarrt. Noch etwas ſtärker erhitzt geht das Salz in Gasgeſtalt über, was du an den weißen Dämpfen bemerken kannſt, die ſich alsdann an der Mündung des geöffneten Tiegels zeigen; ſie rühren von wieder verdichtetem Kochſalzdampf her, der ſich aber nur in offenen Gefäßen bildet.

Das Kochsalz findet sich in der Natur entweder in Gestalt von festen Bänken oder Flötzen, oder als Lösung. Wenn die Flötze reines Salz führen und der Bearbeitung zugänglich sind, so wird das Steinsalz bergmännisch gewonnen; so namentlich in Wieliczka in Galizien und in Cardona in Spanien. Wo aber die Unzugänglichkeit des Salzlagers ein solches Verfahren nicht gestattet, da muß man es aus den Lösungen gewinnen, die entweder schon von Natur an diesen Orten hervorquellen, oder die durch Bohren künstlich hervorgerufen werden. Aus diesen Salzsoolen erhält man das Salz durch Verdampfen; wenn dieselben zu viel Wasser enthalten, so pflegt man dieses nicht allein durch Erhitzen auf freiem Feuer zu bewirken, sondern die Soole erst durch Gradiren zu concentriren. Dies besteht darin, daß man sie über hohe, aus Dornen und Reisig errichtete Wände herabfallen läßt, wo dann durch die vermehrte Berührung mit der Luft an der sehr vergrößerten Oberfläche die Verdampfung des Wassers bei gewöhnlicher Temperatur stattfindet; erst wenn die schwachen Salzlösungen auf diese Weise auf einen weit höheren Gehalt gebracht worden sind, werden sie in sehr großen flachen Schalen über dem Feuer eingedampft und zum Krystallisiren gebracht.

Auch im Meerwasser kommt das Kochsalz als Lösung vor; der Gehalt desselben ist sehr verschieden je nach der Oertlichkeit; es enthält das Meer etwa 3,5 pC. an festen Bestandtheilen, die aber nicht allein aus Kochsalz, sondern auch noch in geringeren Mengen aus mehreren anderen Salzen bestehen.

Das Meerwasser wird in warmen Ländern in großen flachen Behältern, sogenannten Salzgärten, der Verdunstung an der freien Luft ausgesetzt und so die größere Menge des Kochsalzes gewonnen; ein Theil davon nebst dem größten Theil der fremden Salze bleibt in der letzten Mutterlauge, die man entweder ins Meer zurückfließen läßt, oder auf verschiedene Weise auf die darin noch befindlichen Stoffe verarbeitet. In kalten Ländern concentrirt man das Meerwasser auch durch Gefrierenlassen, wo sich dann die größte Menge des Wassers als Eis abscheidet, während das übrige als starke Salz-Lösung zurück bleibt, die auf freiem Feuer zur Krystallisation gebracht wird.

Reines Kochsalz bleibt selbst an feuchter Luft unverändert; ein geringer Gehalt an gewissen, namentlich an Magnesia-Salzen aber theilt ihm die Eigenschaft mit, Feuchtigkeit anzuziehen, ja, bei größeren Mengen dieser Salze, sogar zu zerfließen. Sowohl das Salz vieler Soolen als das des Meerwassers ist reich an fremden Salzen, die ihm dann diese unangenehme Eigenheit und nebenbei einen bitteren stechenden Geschmack mittheilen, während der des Kochsalzes ein rein salziger ist. Das Koch-

ſalz wird nicht allein als Würze zu Speiſen, zum Einſalzen von Fleiſch u. ſ. w. (1) in großer Menge gebraucht, ſondern es dient auch, wie ſchon früher angedeutet, zur Darſtellung einer großen Anzahl von Verbindungen, deren Radikal das Natron iſt. Zu dieſem Behufe wird zuerſt durch Behandeln mit Schwefelſäure das ſchwefelſaure Natron fabricirt und hierbei die Salzſäure in enormer Maſſe als Nebenprodukt gewonnen. Das Speciellere dieſes Verfahrens, ſo wie die weitere Umwandlung des Glauberſalzes in Soda werden wir ſpäter näher erörtern. Von dem

Chlorkalium

KCl

haſt du dir nur zu bemerken, daß es wie das Kochſalz in Würfeln kryſtalliſirt, einen eben ſolchen Geſchmack zeigt, ſich von demſelben aber weſentlich dadurch unterſcheidet, daß mit der Temperatur ſeine Löslichkeit im Waſſer zunimmt. Gewonnen wird es aus der Mutterlauge des Meerſalzes, aus derjenigen der Soda, die man aus der Aſche der Meerpflanzen erhält (Varec-Soda) und aus einem bei der Seifenſiederei fallenden Nebenprodukte, dem Seifenſiederfluß. Seine Anwendung iſt nur eine beſchränkte; es dient zur Darſtellung des Alauns und zur Umwandlung des ſalpeterſauren Kalkes in Salpeter.

Das Mangan bildet mit dem Chlor mehrere Verbindungen, von denen das Manganchlorür, MnCl, durch Abdampfen der bei der Darſtellung des Chlors erhaltenen Löſung (S. 180) und Erkaltenlaſſen derſelben erhalten werden kann. Es kryſtalliſirt, wenn der Braunſtein rein war, in farbloſen oder roſarothen Kryſtallen, die 4 Aequivalente Waſſer enthalten und im Waſſer ſehr leicht löslich ſind.

Alle übrigen Chlorverbindungen des Mangans haben die Eigenthümlichkeit, daß ſie beim geringſten Erwärmen unter Abgabe von Chlor zu Chlorür werden.

Wir werden nun zu der Betrachtung der Verbindungen des Chlors mit dem Sauerſtoff übergehen; zuvor aber will ich deinen wiederholten Wunſch erfüllen und dir noch eine andere Erklärung für die Geſetze der

(1) Man rechnet einen durchſchnittlichen Verbrauch von 12 Pfund auf den Kopf.

chemischen Verbindungen geben, die vielleicht im Stande ist, durch den Anschein von wirklicher Begründung derselben sie dir faßlicher und klarer zu machen.

Wenn man sich irgend einen Körper in immer kleinere und kleinere Theilchen zertheilt denkt, so sind zwei Fälle denkbar: entweder diese Theilbarkeit geht in's Unendliche und jedes auch noch so kleine Theilchen ist doch immer noch theilbar, oder die Theilbarkeit ist begränzt und man kommt zuletzt auf Theilchen, die nicht mehr sich theilbar denken lassen. Da dem beschränkten menschlichen Geiste die Vorstellung der Beschränktheit immer natürlicher und leichter ist, als die des Unendlichen, Unbeschränkten, so hat man die letzte dieser Vorstellungsweisen gerne als die wahrscheinlichste angenommen, und es ist dieses die Hypothese der Atome. Atome nennt man nämlich diese untheilbaren Theilchen der Körper; das Wort heißt nichts weiter als dieses. Natürlich gilt dies nur von der mechanischen, nicht von der chemischen Theilung, und wenn wir daher zunächst von den chemisch ebenfalls nicht weiter zersetzbaren, einfachen Körpern sprechen, so sind diese Atome eben das einfachste, was sich denken läßt.

Nun sind in Bezug auf die Atome wiederum zwei Vorstellungen möglich: entweder die Atome aller, auch der verschiedensten Körper haben alle dasselbe Gewicht, oder sie haben bei jedem Körper ein anderes. Die letztere Vorstellung ist die natürlichere, und man nimmt daher an, daß zwar alle Atome desselben Körpers gleiche Größe und gleiche Schwere haben, daß aber den Atomen eines jeden Körpers eine bestimmte und von der der übrigen mehr oder minder verschiedene Schwere zukommt. Diese Schwere nennt man das Atomgewicht des Körpers. Daß dieselbe so klein sein muß, daß wir sie selbst mit unseren kleinsten Gewichten nicht wägen und bestimmen können, kannst du wohl denken; aber eben so natürlich ist es, daß wir diese Gewichtsverschiedenheit ausdrücken können durch Zahlen, welche dann irgend ein außerordentlich kleines Gewicht, das wir weder herstellen können, noch zu benennen brauchen, vorstellen. Wenn z. B. ein Atom Wasserstoff eins wiegt, so wiegt ein Atom Sauerstoff acht, ein Atom Eisen 28, ein Atom Chlor $35\frac{1}{2}$ derselben Gewichte, mögen diese so klein sein und heißen wie sie wollen, mögen sie darstellbar sein oder nicht.

Nehmen wir nun für den Augenblick an, wir kenneten die Atomgewichte aller Körper, später würde es sich dann darum handeln, eine Methode zu finden, sie wirklich zu bestimmen. Nun denkt man sich eine chemische Verbindung zweier Körper dadurch entstehend, daß sich ihre beiderseitigen Atome neben einander lagern (unter einem blos mechanischen Gemenge denkt man sich nur eine Nebeneinanderlagerung größerer Theilchen dieser Körper, welche man Moleküle genannt hat) und dann

ſich einander ſo innig anziehen, daß ſie nicht durch eine mechaniſche Thätigkeit, ſondern nur durch diejenige Art von Kräften, die wir chemiſche zu nennen pflegen, wieder getrennt werden können. Ob dabei ein Atom in das andere eindringt und ſie ſo in einander übergehen, können wir nicht wiſſen und dürfen es uns auch nicht einmal ſo vorſtellen, weil wir die Atome als untheilbar annehmen.

Es entſteht alſo z. B. die Verbindung von Waſſerſtoff und Sauerſtoff durch Nebeneinanderlagerung von einem Atom Waſſerſtoff und einem Atom Sauerſtoff; etwa ſo:

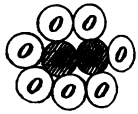
und es würde dieſes Schema ein Atom Waſſer vorſtellen. Natürlich wäre es eben ſo gut möglich, daß ſich eine andere Gruppirung unter anderen Atommengen bildete; allein wir nehmen hier, wie immer, wenn nichts dagegen ſpricht, das Einfachſte als das Wahrſcheinlichſte an. Wenn demnach mehrere Atome Waſſer entſtehen ſollen, ſo müſſen ſich eine gleiche Anzahl Atome Waſſerſtoff und Sauerſtoff aneinander lagern, und wenn wir z. B. annehmen, daß ein Loth Waſſer aus einer Million Waſſeratomen beſtehe, ſo müſſen wir uns daſſelbe aus der Nebeneinanderlagerung von einer Million Waſſerſtoff- neben eben ſo viele Sauerſtoff-Atome entſtanden denken. Da wir nun das Gewicht von einem Waſſerſtoff- und einem Sauerſtoffatome als in dem Verhältniß von 1 : 8 ſtehend angenommen haben, ſo muß dieſes Verhältniß ſich auch in allen Waſſermengen wieder vorfinden, d. h. es müſſen ſich Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dieſem Verhältniß verbinden. Die Anſicht von den Atomen und ihren Eigenſchaften iſt dabei eben nur eine Anſicht, eine Hypotheſe; da aber die Erſcheinungen wirklich ſo ſind, wie ſie nach derſelben ſein müßten, ſo erhält ſie dadurch, daß die Thatſachen alle mit ihr ſtimmen, einen ſehr hohen Grad von Wahrſcheinlichkeit. Es geht dies nun noch viel weiter.

Natürlich kann auch ein Atom eines Körpers ſich mit mehreren eines anderen vereinigen, wodurch dann die verſchiedenen Verbindungen entſtehen müſſen; ſo wären alſo z. B., wenn

das Manganoxydul vorſtellt, das Manganſuperoxyd und die Manganſäure ſo zu denken:

Wenn 1 Atom Mn 27,6 wiegt und 1 Atom O 8, so sind hierdurch die betreffenden Verbindungen richtig dargestellt; es fehlen dann aber noch die von 27,6 Mangan mit 12 und mit 28 Sauerstoff; da wir keine halben Atome denken können, so müssen wir uns diese Verbindungen, Oxyd und Uebermangansäure, etwa so vorstellen:

und



Mit dieser Untheilbarkeit der Atome sind also alle anderen Verhältnisse, welche zwischen den durch die Atomgewichtszahlen ausgedrückten liegen, ausgeschlossen und somit nur das Gesetz der einfachen Multiplen begründet, oder vielmehr es beweist die Thatsache, daß dieses Gesetz sich überall bewahrheitet, daß unsere Hypothese richtig ist.

Aus dieser folgt auch noch das andere Gesetz, nämlich das der Verdrängungsverhältnisse. Wenn in einer Verbindung ein Atom durch das eines anderen Körpers vertreten wird, so kann dies nur nach dem Gewichtsverhältnisse der Atomgewichte stattfinden, und es muß also z. B., wenn in

das H mit dem Gewichte 1 durch K mit dem Gewichte 39,2 verdrängt wird,

entstehen, das Gewicht 47,2 haben, 39,2 Kalium verbraucht und 1 Wasserstoff frei werden. Denn was für ein Atom Wasser gilt, muß auch für ein bestimmtes, aus einer gewissen, obwohl unbekannten Anzahl Atomen zusammengesetztes Quantum Wasser gelten. Da nun in der That solche Vertretungen in den bestimmten, durch die Aequivalentzahlen ausgedrückten Verhältnissen stattfinden, und nur und immer in diesen, so folgt, daß unsere Annahme, daß den Atomen die Gewichte zukämen, die durch die Aequivalente vorgestellt werden, in der That richtig sei.

Endlich erklärt unsere Theorie auch das Gesetz, daß das Aequivalent einer Verbindung gleich ist der Summe derjenigen ihrer Bestandtheile; denn wenn sich z. B. Wasser und Kali verbinden, so muß man sich dies so vorstellen, daß

und

ſich aneinander lagern; da nun 1 Atom Kalium 39,2 und 1 Atom Sauerſtoff 8 wiegt, ſo muß 1 Atom der beiden vereinigten Atome 47,2 wiegen, während 1 Atom Waſſer 9 wiegen muß; es kann alſo die Verbindung der beiden Körper nur ſtattfinden nach dem Verhältniß 47,2 : 9 oder (39,2 + 8) : (1 + 8), d. h. mit anderen Worten nach unſerem oben genannten Geſetze.

Du ſiehſt, alle die ſchönen und einfachen Geſetze chemiſcher Verbindungen ſtimmen mit dieſer Theorie auf's Beſte überein. Wenn dieſer Umſtand auf der einen Seite die Theorie ſehr wahrſcheinlich macht, ſo dient auf der anderen dieſe letztere ſehr zur Veranſchaulichung und Verdeutlichung der Geſetze, was du wohl hoffentlich empfinden wirſt, und ich glaube kaum, daß du noch irgend welche Zweifel oder Schwierigkeiten haben kannſt, ſondern daß du, wenn du einmal mit dieſer ganz neuen und dir völlig fremden Sache etwas vertrauter geworden, alle hierher gehörigen Erſcheinungen auf's beſte und ſchnellſte begreifen mußt.

Ich werde, da wir die Uebereinſtimmung des Atoms mit den Aequivalenten kennen gelernt haben, in Zukunft beide Ausdrücke abwechſelnd und ohne Unterſchied gebrauchen, wodurch dir gewiß allmälig noch mehr Leichtigkeit in dieſen Dingen erwachſen wird.

Ein paar Rechenaufgaben werden noch mehr dazu beitragen:

Es ſoll z. B. gefragt ſein, wie viel Kalium erforderlich wäre, um 5 Loth Waſſer vollſtändig zu zerſetzen?

Der Schluß, der zur Antwort führen ſoll, iſt nun folgendermaßen zu ziehen:

Um das Waſſer zu zerſetzen, muß aller Waſſerſtoff durch Kalium vertreten werden: 9 Loth Waſſer enthalten 1 Loth Waſſerſtoff,

1 Loth Waſſer alſo $\frac{1}{9}$,

5 „ „ „ $\frac{5}{9}$ Loth Waſſerſtoff.

1 Atom Waſſer wird aber vertreten durch 1 Atom Kalium, d. h. 1 Gewichtstheil durch 39,2; es werden alſo die $\frac{5}{9}$ Loth Waſſerſtoff $\frac{5}{9}$.39,2 oder 21$\frac{7}{9}$ Loth Kalium erfordern.

Oder man kann auch folgendermaßen ſchließen: zu 1 Aequivalent Waſſer iſt bei der Zerſetzung durch Kalium 1 Aequivalent dieſes Metalls erfordert, d. h. auf 9 Loth Waſſer braucht man 39,2 Loth Kalium, auf 1 Loth alſo $\frac{39,2}{9}$ und auf 5 Loth $\frac{5 \cdot 39,2}{9}$, oder obige Menge.

Gleichzeitig laſſen ſich noch einige andere Punkte aus den gegebenen Mengen beſtimmen, nämlich:

1) die Menge Kali, welche ſich bildet;

2) die Menge Kalihydrat, welche in Löſung kommt.

Ich überlaſſe es dir, dieſe Aufgaben zu löſen.

Ich wende mich in meinem nächſten Briefe zu den Sauerſtoffverbindungen des Chlors.

An Materialien brauchſt du zu den nächſtens vorkommenden Experimenten nichts weiter, als was du ſchon beſitzeſt; von Geräthſchaften erwähne ich ebenfalls nichts, da ich vorausſetze, daß du von Zeit zu Zeit den Abgang, den dein Vorrath durch Zerbrechen erleidet, erſetzen wirſt.

34. Brief.

bindungen des Chlors mit Sauerstoff. Chlorsaures Kali; Darstellung und Eigenschaften; Experimente damit. Unterchlorigsaures Kali.

Das Chlor verbindet sich in fünf Verhältnissen mit dem Sauerstoff; se Verbindungen sind:

1)	die unterchlorige Säure . .	ClO
2)	die chlorige Säure . . .	ClO_3
3)	die Unterchlorsäure . . .	ClO_4
4)	die Chlorsäure	ClO_5
5)	die Ueberchlorsäure	ClO_7.

Wir haben hier fünf Säuren und es müssen dieselben daher noch :ch mehrere Bezeichnungsweisen, als wir früher kannten, unterschieden rden. So dient die Endsilbe -ige und die Vorsilbe Unter- und Ueber- der Weise, welche obige Liste zeigt, und die ich wohl nicht weiter erläutern nöthig habe.

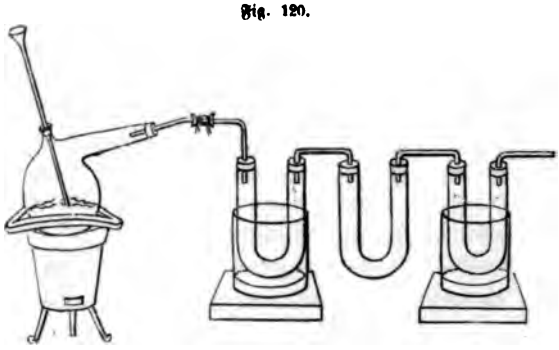
Wir wollen die wichtigsten Eigenschaften dieser Verbindungen kennen nen und gehen dabei von dem

chlorsauren Kali

s. Um dasselbe in geringer Menge darzustellen, hast du eine kleine hlorentwickelungs-Retorte mit dem Apparate der U förmigen Röhre zu rbinden (Fig. 120, siehe die folgende Seite). Willst du etwas mehr n dem Salze haben, so mußt du dagegen eine größere Retorte mit n paar Waschflaschen beliebiger Construction verbinden.

Wenn der zusammengestellte Apparat alle Proben auf dichten Schluß usgehalten hat, wird die Retorte mit 1 Theil Braunstein und 1 Theil ochsalz beschickt und durch die Sicherheitsröhren nach und nach 2 Theile chwefelsäure zugegossen. In die erste Waschflasche oder Röhre kommt twas Wasser, in die andere eine heiße starke Lösung von Kalihydrat

Fig. 120.

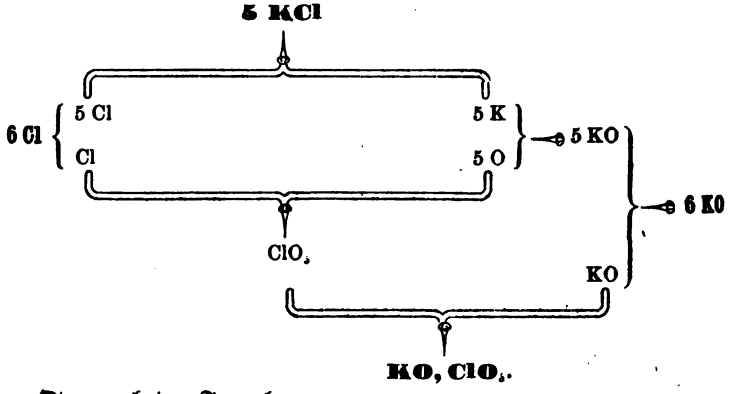


Natürlich kommt der Apparat wenigſtens theilweiſe vor das Fenſter zu ſtehen und wird gelinde erwärmt. Du wirſt alsdann bemerken, daß das ſich entwickelnde Chlor in der zweiten und dritten Röhre faſt gänzlich abſorbirt wird und daß ſich darin kryſtalliniſche Blättchen abſcheiden.

Der Vorgang iſt folgender :

Ein Theil des Chlors verbindet ſich mit dem Kalium, welches ſich dazu von dem Sauerſtoff trennt, zu Chlorkalium. Der frei werdende Sauerſtoff begiebt ſich zu dem übrigen Chlor und vereinigt ſich damit zu Chlorſäure, welche mit noch unzerſetztem Kali zu chlorſaurem Kali zuſammentritt. Da das Chlor in der Chlorſäure 5 Atome Sauerſtoff in Beſchlag nimmt, ſo müſſen 5 Atome Kali zerſetzt werden, um dieſe Menge zu liefern, weshalb auch 5 Aequivalente Chlorkalium gebildet werden.

Die entſtehende Säure verbindet ſich ebenfalls im Moment ihres Entſtehens mit 1 Aequivalent Kali, ſo daß wir hiervon noch 1 Aequivalent, alſo 6, zur Darſtellung dieſer Zerſetzung nöthig haben. Dieſe findet alſo ſtatt wie folgt :



Oder nach der Formel :

$$5\,KO + 5\,Cl = 5\,KCl + KO, ClO_5.$$

Das Hydratwaſſer des Kalihydrats habe ich abſichtlich weggelaſſen, um die Sache nicht noch mehr zu verwickeln. Du wirſt an dieſen wie an allen Schematen gleich ſehen, welche Stoffe die urſprünglichen, welche die erzeugten ſind, und welche Klammern eine Zertheilung, welche eine Vereinigung andeuten.

Du erſiehſt aus dieſem Schema, daß hier ein merkwürdiges Mißverhältniß zwiſchen dem eigentlichen Produkte und dem Nebenprodukte ſtattfindet, da man 5 Aequivalent von dem letzteren erhält! Die Gewichte derſelben ſind, wie du leicht erkennſt, folgende:

213 Gewichtstheile Chlor liefern 373,5 Theile Chlorkalium und nur 122,7 Theile chlorſaures Kali. Dazu braucht man 283,2 Theile Kali (abgeſehen vom Waſſer). Letztere Zahl folgt ſowohl aus der Formel, als auch durch Subtraction des Chlors von der Summe der zu erhaltenden Subſtanzen. Bei Berechnungen dienen dieſe beiden Arten der Ausrechnung allemal zur Controlle, wodurch ſich zeigen muß, ob kein Fehler in der Aufſtellung der Gewichtsmengen der erforderlichen und der erhaltenen Subſtanzen geſchehen iſt.

Das chlorſaure Kali ſcheidet ſich, weil es ſchwer löslich iſt, ſchon während des Durchleitens von Chlor aus der Flüſſigkeit ab; es wird nach dem völligen Erkalten abfiltrirt, mehrmals mit kaltem Waſſer abgewaſchen und aus heißem Waſſer umkryſtalliſirt; dann bleibt das noch anhängende Chlorkalium in der Mutterlauge, von der der letzte Reſt zu verwerfen iſt.

Die erhaltenen Kryſtalle von chlorſaurem Kali ſind in Fließpapier und zwiſchen zwei Ziegelſteinen auszupreſſen und in einer verſchloſſenen Flaſche aufzubewahren. Wir kommen gleich auf die Eigenſchaften dieſes Salzes zurück.

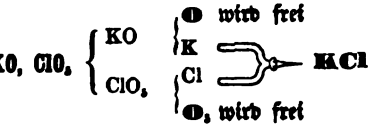
Aus dem chlorſauren Kali kann man durch ein ziemlich verwickeltes Verfahren die Chlorſäure in Geſtalt einer ſyrupdicken Löſung in Waſſer erhalten, die ſich nicht weiter concentriren läßt, weil ſich die Chlorſäure ſchon bei 40° zerſetzt und ſich in zwei Säuren ſpaltet, nämlich in Ueberchlorſäure, die in der Löſung bleibt, und in chlorige Säure, welche entweicht. Denn

$$2\,ClO_5 = ClO_7 + ClO_3.$$

Die Chlorſäurelöſung röthet anfangs das blaue Lackmuspapier, bleicht es aber ſpäter wie Chlorwaſſer.

Nicht allein bei der Erwärmung, ſondern auch bei Berührung mit oxydirbaren Körpern zeigt die Chlorſäure eine große Neigung, ſich zu zerſetzen und namentlich ihren Sauerſtoff ganz oder theilweiſe abzugeben; dieſe Eigenſchaften behält ſie auch, obwohl in geringerem Grade, in ihren Verbindungen bei. Das chlorſaure Kali zerſetzt ſich ſchon beim Erhitzen unter Abgabe des ſämmtlichen darin enthaltenen Sauerſtoffes.

Sowohl die Chlorſäure als das Kali verlieren denſelben und es bleiben daher nur Chlor und Kalium als Chlorkalium zurück:



Schreiben wir die Formel des chlorſauren Kali's $KClO_6$, ſo iſt dieſe Zerſetzung noch leichter zu verſtehen, indem dann durch Entfernung dieſer 6 Sauerſtoff nur Chlorkalium entſteht. Dieſe Zerſetzung haſt du ſchon bei der Darſtellung des Sauerſtoffes kennen gelernt; nur haben wir damals das Salz mit Braunſtein vermiſcht. Nimm etwas von dem eben dargeſtellten chlorſauren Kali und erhitze es in einer geſchloſſenen Glasröhre (Reagenzcylinder) (1) zum Schmelzen. Die alsdann beginnende Sauerſtoffentwickelung iſt auf dem bekannten Wege nachzuweiſen und ſomit die wirkliche Entſtehung von chlorſaurem Kali auf die oben angewandte Weiſe darzuthun. Wenn du mit einer nicht zu kleinen Menge operirſt, ſo wirſt du bemerken, daß die anfangs dünnflüſſige Maſſe, nachdem die Gasentwickelung eine Zeit gedauert hat, plötzlich dickflüſſig und endlich ganz taigartig wird, wo dann die Gasentwickelung ganz aufhört. Erſt beim Erhöhen der Temperatur wird ſie wieder dünnflüſſig und es beginnt alsdann die Entwickelung des Sauerſtoffes wieder. Bemerke einſtweilen die Thatſache, die Erklärung gebe ich dir ſpäter.

Die Urſache, weshalb ich dich bei der Darſtellung des Sauerſtoffes das chlorſaure Kali mit dem Braunſtein mengen ließ, war nicht etwa die, daß der Braunſtein ſich ebenfalls zerſetzen und Sauerſtoff liefern ſollte: unter dieſen Umſtänden erleidet er vielmehr keinerlei Veränderung. Allein es wird die Temperatur, bei welcher ſich das chlorſaure Kali zerſetzen kann, durch die alleinige Gegenwart des Braunſteins ſehr bedeutend erniedrigt, ſo daß dazu nicht einmal Glühhitze erfordert wird; zugleich iſt der Strom des entſtehenden Sauerſtoffes ſo ſtark, daß die ganze Zerſetzung in äußerſt kurzer Zeit vollendet iſt, und man hat nicht mit all' den Uebelſtänden zu kämpfen, die aus dem Taigigwerden des Salzes entſtehen, indem nicht einmal eine Schmelzung eintritt. Der Braunſtein bleibt dabei ſo völlig unverändert, daß man, nach vollendeter Zerſetzung, das Chlorkalium mit Waſſer auslaugen und den zurückbleibenden Braunſtein wiederholt benutzen kann, wovon du, wenn du jene Maſſe noch beſitzeſt, ſelbſt dich zu überzeugen Gelegenheit haſt.

Worin aber dieſe Wirkung des Braunſteins ihren Grund hat, iſt uns gänzlich unbekannt; ſie gehört zu einer ſehr großen Klaſſe von

(1) Deren du nun gewiß eine Anzahl von etwa 6—12 angeſchafft haben wirſt.

Wirkungen, die ſich dadurch characteriſiren, daß die Körper, welche ſie veranlaſſen, ſelbſt keinerlei Theil an der vorgehenden Zerſetzung oder Thätigkeit nehmen, ſondern am Ende des chemiſchen Proceſſes ganz dieſelbe Natur beſitzen, wie zu Anfang. Man hat ſie mit dem Namen Contactwirkungen oder katalytiſche Kräfte belegt, ohne dadurch irgend etwas anderes, als eben einen Namen für die Sache gefunden zu haben. Auch noch andere Körper verhalten ſich eben ſo gegen das chlorſaure Kali, ſo z. B. Kupferoxyd u. ſ. w.

Um nun die Ueberzeugung zu gewinnen, daß die Chlorſäure auch in ihren Salzen ſehr leicht ihren Sauerſtoff abgiebt, haſt du folgende Experimente entweder mit dem ſelbſt dargeſtellten, oder mit einigen Loth käuflichem chlorſaurem Kali anzuſtellen. Dabei aber warne ich dich ein für alle Mal, dieſe Subſtanz nur für ſich und nie mit anderen zugleich zu pulvern oder zu reiben, und die Miſchung mit anderen ſtets nur mit der Hand oder mit einem Kartenblatte vorzunehmen. Die Nichtbeachtung dieſer Maßregel würde die ſchlimmſten Folgen haben können.

Auf einen Haufen glühender Kohlen wirf etwas chlorſaures Kali; du wirſt die Kohlen in dem entwickelten Sauerſtoff mit lebhaftem Funkenſprühen verbrennen ſehen.

Miſche etwas fein gepulvertes chlorſaures Kali auf einem Bogen Papier mit nicht ganz eben ſo viel Schwefelblumen, ſtreue das Gemiſch auf einen Ziegelſtein und zünde es mit einem glühenden Eiſen an; es wird mit einem hellglänzenden Lichte abbrennen.

Ein ähnliches Gemiſch, nur mit weniger Schwefel, bereite mit derſelben Vorſicht; bringe dann eine ſtarke Meſſerſpitze voll davon in ein Papierſtückchen, falte dies wohl zuſammen, lege es auf einen Ambos oder einen Stein und ſchlage aus der gehörigen Entfernung mit dem Hammer darauf: es wird mit einem heftigen Knalle, deſſen Stärke von der angewandten Menge abhängt, explodiren. Haſt du den Verſuch erſt mit einer ſehr geringen Menge angeſtellt, ſo magſt du ihn mit größeren Quantitäten wiederholen; du wirſt dann ſelbſt ermeſſen können, was du deinen Ohren zutrauen kannſt.

Zuweilen explodirt das Gemiſch nur ſchwach oder gar nicht; dann muß das Verhältniß der beiden Beſtandtheile geändert werden; hüte dich aber dabei, es wieder in den Mörſer zu bringen! Dieſer muß vielmehr ſorgfältig gereinigt und der zuzuſetzende Körper für ſich gepulvert und dann mit der Hand dem Gemenge zugeſetzt werden.

Wie gefährlich das Miſchen im Mörſer wäre, kannſt du an folgendem Verſuche ſehen:

Nimm eine ganz kleine Menge, nur etwa eine Federmeſſerſpitze voll des explodirenden Gemiſches und reibe daſſelbe, nachdem es auf dem

Boden des Mörſers vertheilt worden, im Mörſer hin und her; es werden eine Reihe von kleinen Exploſionen entſtehen, die heftigem Peitſchengeknall gleichen. Wenn der Effect nicht ſtark genug iſt, und auch ſich durch ſtarkes Andrücken des Pulvers an die Mörſerwandung nicht verſtärken läßt, ſo kannſt du wohl noch etwas Miſchung zuſetzen, mußt ſie aber gleich auf den ganzen Boden vertheilen, denn es entſtehen ſonſt leicht ſo heftige Exploſionen, daß du dir Hände und Geſicht verbrennen kannſt. Sollteſt du den Verſuch einmal ſo lange fortſetzen, daß ſich der Mörſer erhitzte, ſo iſt neues Pulver erſt nach dem Erkalten zuzuſetzen, weil es ſonſt heftig explodiren könnte.

Daß alle dieſe Erſcheinungen durch die plötzliche Zerſetzung des chlorſauren Kali's und Abgabe des Sauerſtoffes an den brennbaren Körper verurſacht werden, wirſt du wohl ſelbſt erkannt haben. Eben darauf beruht auch folgender Verſuch.

In ein etwas Spiritus enthaltendes Schalenſtück bringe ein dickes Stückchen chlorſaures Kali, laſſe dann in eine an beiden Seiten offene Glasröhre durch Eintauchen in Schwefelſäure und Verſchließen des oberen Endes mit dem Finger einige Tropfen dieſer Säure eintreten und ſie dann wieder durch Lüften des Fingers unmittelbar auf das feſte Salz unter den Alkohol ausfließen (Fig. 121); es wird eine lebhafte Zerſetzung und in Folge derſelben Entzündung des Alkohols ſtattfinden. In ähnlicher Weiſe läßt ſich ein Gemiſch von Zucker und chlorſaurem Kali durch Auftröpfeln der Schwefelſäure entzünden.

Fig. 121.

Endlich kann man auch den Phosphor unter dem Waſſer entzünden; ich will dir dieſen Verſuch aber erſt ſpäter beſchreiben, wenn du zugleich die übrigen Experimente mit dieſem Körper anſtellen wirſt.

Die

Ueberchlorſäure

wird gewöhnlich aus dem überchlorſauren Kali erhalten, welches ſich beim Erhitzen des chlorſauren erzeugt. Es iſt nämlich dieſes Salz, welches die taigige Beſchaffenheit der geſchmolzenen Maſſe zu einer gewiſſen Zeit während der Sauerſtoffentwickelung verurſacht. Es zerſetzt ſich das chlorſaure Kali zunächſt in Chlorkalium und überchlorſaures Kali, unter Entweichen von nur 4 Atomen Sauerſtoff:

$$2\,(KO,\ ClO_5) = KCl + KO,\ ClO_7 + 4\,O;$$

erſt bei ſtärkerem Erhitzen entweichen die übrigen 8 Atome Sauerſtoff.

Sowie dieſe Erſcheinung ſchon die größere Beſtändigkeit des überchlorſauren Kali's erweiſt, ſo zeigt ſich auch ſonſt die Ueberchlorſäure als

weit weniger der Zerſetzung ausgeſetzt. Indeſſen bietet ſie uns kein weiteres Intereſſe dar. Eine viel wichtigere Oxydationsſtufe iſt die

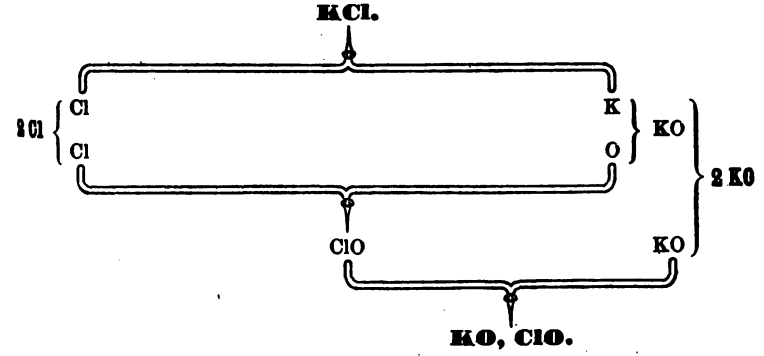
unterchlorige Säure,

welche man auf verſchiedene Weiſe, ſowohl in Geſtalt einer Löſung, als auch in waſſerfreiem Zuſtande als orangenrothes Gas darſtellen kann; bei einer Temperatur von — 20° bildet ſie eine tief rothe Flüſſigkeit. Wir intereſſiren uns jedoch ebenfalls nicht für die Säure, ſondern nur für ihre Salze, und zwar für ihre Verbindung mit Kalk, die wir ſpäter noch betrachten werden, und für das

unterchlorigſaure Kali.

Dieſes kannſt du in demſelben Apparate darſtellen, der für das chlorſaure Kali gedient hat; zur Beſchickung deſſelben wird nur eine kalte und verdünnte Löſung von Kali oder kohlenſaurem Kali genommen, und dieſelbe bei dem Einleiten des Chlors bisweilen durch kaltes Waſſer abgekühlt. Bei Anwendung von Kali iſt die Zerſetzung nun folgende:

Ein Atom Kali giebt an ein Atom Chlor den Sauerſtoff ab, welches damit die unterchlorige Säure giebt, die mit einem nicht zerſetzten Atom Kali zu unterchlorigſaurem Kali zuſammentritt. Das aus dem Kali frei gewordene Kalium verbindet ſich mit einem anderen Atom Chlor zu Chlorkalium; demnach verſtehſt du folgendes Schema leicht:



Formel: $2\,KO + 2\,Cl = KO,\,ClO + KCl$.

Du ſiehſt, daß dieſe Zerſetzung von der, welche bei der Entſtehung des chlorſauren Kali's vorgeht, wenig verſchieden iſt, nur daß ſie andere Produkte liefert, was ganz allein durch den Umſtand bedingt wird, daß zu der einen Darſtellung concentrirte Löſungen und Wärme angewandt werden müſſen, während die andere verdünnte Löſungen erfordert und jede Erwärmung ſie ſolchergeſtalt ſtört, daß dadurch unvermeidlich das chlor-

ſaure Kali entſteht. Schon aus dieſem Grunde kann man die erhaltene Löſung von unterchlorigſaurem Kali nicht concentriren und iſt dieſes Salz überhaupt nicht in feſter Form zu erhalten.

Sowohl das unterchlorigſaure Kali als überhaupt alle Salze dieſer Säure haben die Eigenſchaft, Pflanzenfarben zu bleichen, wovon du dich in derſelben Weiſe wie früher überzeugen wirſt. Wenn wir den Kalk werden kennen gelernt haben, ſo kommen wir auf dieſen Punkt noch näher zurück, indem die Anwendung des unterchlorigſauren Kalkes eine weit wichtigere iſt, als die des Kaliſalzes, welches den Namen Javelli'ſcher Lauge trägt und nur im Kleinen zum Reinigen und Fleckentilgen angewandt wird.

Die übrigen Säuren des Chlors bieten theils ein zu geringes Intereſſe dar, theils iſt ihre Darſtellung mit zu viel Schwierigkeiten und Gefahr verbunden; wir wollen ſie daher ganz mit Stillſchweigen übergehen und uns zu denjenigen Stoffen wenden, die ich ſchon ein paar Mal als dem Chlore ſehr ähnlich erwähnt habe, nämlich zu Jod und Brom. An Materialien haſt du anzuſchaffen:

Eine geringe Menge, etwa ½ Drachme Jod und etwas Jodnatrium (etwa 1 Loth).

35. Brief.

Jod. Eigenschaften. Jodkleister. Jodverbindungen. Jodnatrium. Brom. Gewinnung von Jod und Brom. Aufgaben.

Jod.

Von dem Präparat XXVI im 12. Briefe her wirst du dich noch der äußeren Eigenschaften des Jods erinnern. Ich brauche dich nur auf das damals Gesehene zu verweisen, um dir zu sagen, daß das Jod ein grau metallisch glänzendes Ansehen hat, daß es sich leicht verflüchtigen läßt und dabei ein purpurviolettes Gas darstellt, welches sich an kalten Körpern in Gestalt stark glänzender Krystallblättchen verdichtet. Auch des starken, stechenden Geruchs, der mit dem des Chlors Aehnlichkeit hat, wirst du dich erinnern. Leicht kannst du dich ferner davon überzeugen, daß das Jod die Haut auf einige Zeit gelb färbt, und daß es überhaupt auf organische Körper zerstörend einwirkt, wovon der Korkstöpsel eines Jod enthaltenden Fläschchens sehr bald Zeugniß ablegen wird.

Von der Schwere des Joddampfes wirst du ebenfalls sehr leicht eine Vorstellung erhalten: du brauchst denselben nur, wie schon früher das Chlor, aus einem Glas in das andere zu gießen; selbstredend müssen beide Gläser erwärmt sein. Der Joddampf ist mehr als 8mal schwerer als die Luft. Das Jod ist schon bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig. Das beweist sowohl sein Geruch als auch die Farbe des Stöpsels.

Das Jod ist in Alkohol leicht, in Wasser nur wenig löslich. Eine Lösung in Weingeist wird daher durch Zusatz von Wasser getrübt, indem das gelöst gewesene Jod ausgefällt wird. Etwas Jodlösung (in Alkohol) bewahre als „Jodtinktur" auf.

Eine sehr merkwürdige Eigenschaft des Jods ist die, daß es mit Stärkekleister eine blaue Verbindung bildet. Bereite eine geringe Menge hiervon durch Kochen von einer Messerspitze voll Mehl mit Wasser, füge

nach dem Erkalten ein Paar Tropfen Jodtinktur hinzu: du wirst eine prachtvolle blaue Farbe erscheinen sehen, die bei nur etwas größeren Mengen oder bei starker Concentration fast schwarz erscheint. Diese Farbe erscheint nicht, so lange die Kleisterflüssigkeit noch heiß ist; wenn du daher etwas von der schwarzblauen Verbindung in heißes Wasser gießest, so wirst du sehr überrascht sein, eine völlig farblose Flüssigkeit zu erhalten. Nach dem Erkalten erscheint sie natürlich wieder blau. Man benutzt diese Eigenschaft des Jods zur Nachweisung desselben; ist dasselbe im freien Zustande, so hat sie natürlich keine Schwierigkeiten; ist es jedoch mit anderen Stoffen, namentlich Metallen, verbunden, so wird es von dem Kleister nicht angezeigt. Alsdann muß es erst für sich abgeschieden werden. Die Mittel, wodurch dieses bewirkt wird, sind dieselben, wodurch das Jod im Großen aus seinen Verbindungen gewonnen wird.

Es hat nämlich das Jod, wie ich schon mehrfach angedeutet habe, sehr viel Aehnlichkeit mit dem Chlor, und es gilt dies namentlich von seinen Metallverbindungen, den Jodüren oder Jodmetallen, welche, wie du dich erinnern wirst, zur Klasse der Haloidsalze gehören. Indessen ist die Affinität des Chlors zu den übrigen Körpern stärker, als die des Jods, und es wird daher das Jod aus seinen Verbindungen durch Chlor ausgetrieben und abgeschieden.

In der Natur findet sich das Jod sehr häufig, obwohl stets nur in geringen Mengen und zwar meist als Jodnatrium.

Dieses Salz kommt namentlich in der Asche der Seepflanzen, dem schon mehr erwähnten Kelp, so wie in vielen Salzsoolen vor. Die Mutterlaugen dieser letzteren enthalten oft bedeutende Mengen davon. Daraus wird das Jod durch Einleiten von Chlor abgeschieden. Im Kleinen kannst du dir diesen Proceß dadurch veranschaulichen, daß du in eine Lösung von Jodnatrium etwas Chlorwasser gießest; ist nicht zu viel Wasser zugegen, so wird sich das Jod in feinen Blättchen ausscheiden. Etwas Stärkekleister wird von der Jodnatriumlösung nicht verändert, wenn anders diese Substanz rein war; beim Hinzusetzen von Chlorwasser aber wird sofort die blaue Farbe zum Vorschein kommen.

Auch durch Behandlung von Jodnatrium mit Braunstein und Schwefelsäure erhält man Jod, wie aus dem Chlornatrium das Chlor, und es kann diese Methode auch zur Darstellung des Jods benutzt werden. Mit dem Wasserstoff vereinigt sich das Jod zu Jodwasserstoffsäure, die mit der Salzsäure viel Aehnlichkeit hat; sie kann jedoch aus Jodnatrium durch Erhitzen mit Schwefelsäure nicht erhalten werden, da der Wasserstoff eher eine weit geringere Affinität zum Jod besitzt, als zum Chlor im Momente der Entstehung des Jodwasserstoffes aus der Schwefelsäure Sauerstoff aufnimmt, sich damit zu Wasser verbindet und das Jod da

durch frei macht. Wenn du etwas Jodnatrium mit Schwefelsäure übergießest, so wirst du dunkelroth-violette Dämpfe von Jod entweichen ehen, und wenn du zu Jodnatriumlösung mit etwas Kleister einige Tropfen Schwefelsäure setzest, so wird, gerade wie bei der Anwendung von Chlorwasser, die blaue Farbe der „Jodstärke“ zum Vorschein ommen.

Was von dem Jodnatrium gesagt worden, gilt für das Jodkalium leichfalls.

Auch mit dem Sauerstoff bildet das Jod Verbindungen, die den ntsprechenden des Chlors sehr ähnlich sind.

Das Jod ist ein starkes Gift.

Die Jodverbindungen und das freie Jod finden in der Medicin, erner in der Daguerreotypie und Photographie, so wie bei einigen emischen Vorgängen eine häufige Anwendung, doch stets nur in geringer Menge. Das

Brom

eht in allen Beziehungen zwischen Jod und Chlor. Während Chlor in Gas, Jod ein fester Körper ist, bildet das Brom bei gewöhnlicher Temperatur eine braune Flüssigkeit, die bei — 7° fest wird und bei 63° iedet. Außer dem Quecksilber ist dies der einzige einfache flüssige Körper. Der Geruch des Broms, welches auch bei gewöhnlicher Temeratur schon verdampft, ist sehr scharf, dem des Chlors ähnlich. Es t giftig und wirkt, auf die Haut gebracht, stark ätzend.

Seine Verbindungen sind denen des Chlors und Jods ähnlich; an ffinität wird es vom Chlor übertroffen, übertrifft jedoch das Jod. Dem ntsprechen die Aequivalente: Cl = 35,5; Br = 80; J = 127,1. Merkwürdig ist, daß das Aequivalent des Broms fast ganz genau in der Mitte eht. Wenn man in eine Lösung von Jod- und Brommetallen Chlor eitet, so wird erst alles Jod abgeschieden und dann erst, wenn gar ein Jodür mehr vorhanden ist, die Brommetalle zersetzt und das Brom frei emacht. Darauf beruht zum Theil die Darstellung des Broms aus den Mutterlangen gewisser Salinen, worin es stets mit dem Jod zugleich vorkommt. Die Anwendung des Broms entspricht der des Jods.

Zu dieser Klasse von Körpern gehört noch ein vierter, das Fluor; wir kommen aber erst später auf denselben zurück.

Ehe ich in der Betrachtung der einfachen Stoffe und ihrer Verbindungen weiter fortfahre, will ich, um dich in der Anwendung der chemischen Verbindungsgesetze zu üben und zu befestigen, hier noch ein Paar Uebungsaufgaben folgen lassen, die du zum Muster ähnlicher Berechnungen nehmen magst.

Es sei die Frage zu lösen, wie viel chlorsaures Kali erforderlich ist, um 5 Loth Sauerstoff darzustellen:

Vergegenwärtigen wir uns die Formel dieses Processes, nebst den dabei auftretenden Gewichtsmengen, so wissen wir, daß

$$\underbrace{\underbrace{K\ O}_{39,2\ 8},\ \underbrace{Cl\ O_5}_{35,5\ 40}}_{47,2\quad 75,5}_{122,7.} = \underbrace{K\ Cl}_{74,7} + \underbrace{6\ O}_{6.8\ =\ 48}$$

Die untergesetzten Zahlen sind die Atomgewichte oder Aequivalente; wir ersehen daraus, daß man aus 122,7 Gewichtstheilen chlorsaurem Kali 48 Gewichtstheile Sauerstoff erhält; man braucht also

zu 48 Loth Sauerstoff 122,7 Loth chlorsaures Kali

„ 1 „ „ $\frac{122,7}{48}$ „ „ „

und folglich „ 5 „ „ $\frac{5 \cdot 122,7}{48} = 12,78$ Loth chlors. Kali.

Als Nebenprodukt fällt Chlorkalium.

Wie viel?

Frage. Wie viel Braunstein ist erforderlich, um durch Glühen allein 10 Kubikfuß Sauerstoff darzustellen?

Auflösung. Da unsere Aequivalentzahlen nur Gewichte bedeuten, so ist diese Frage nicht unmittelbar zu lösen, sondern wir haben die 10 Kubikfuß erst in Gewichte zu verwandeln, d. h. auszurechnen, wie viel sie wiegen.

1 Kubikfuß Luft wiegt, so lehrt die Erfahrung, $\frac{1}{4}$ Loth; das specifische Gewicht des Sauerstoffes ist 1,1057; es wiegt also 1 Kubikfuß Sauerstoff $\frac{11 \cdot 1,1057}{4} = 3,0407$ Loth. Die 10 Kubikfuß wiegen also 30,407 Loth. Nun giebt uns die Gleichung der in Rede stehenden Zersetzung

$$\underbrace{3\ \underbrace{MnO_2}_{43,6}}_{130,8} = Mn_3O_4 + \underbrace{2\ O}_{16}$$

an, daß zu 16 Loth Sauerstoff 130,8 Loth Braunstein erforderlich seien; zu 1 Theil sind also $\frac{130,8}{16}$ und zu 30,407 Loth endlich $\frac{30,407 \cdot 130,8}{16}$ Loth Braunstein nöthig.

Was wird als Nebenprodukt erhalten und wie viel?

Frage. Wie viel Braunstein ist gerade erforderlich, um mit 4 Pfund Salzsäure (als wasserfrei betrachtet) Chlor zu erzeugen? Wie viel Chlor wird erhalten?

Auflösung. Die Formel fordert 1 Aequivalent Braunstein (43,6 Gewichtstheile) auf 2 Aequivalent Salzsäure (73 Theile), denn

$$\underbrace{MnO_2}_{43,6} + \underbrace{2\,HCl}_{\underbrace{36,5}_{73.}} = Cl + MnCl + HO$$

Auf 73 Theile Salzsäure braucht man also 43,6 Theile Braunstein.

Auf 1 Theil Salzsäure braucht man also $\frac{43,6}{73}$ Theile Braunstein.

Auf 4 Pfd. Salzsäure braucht man also $\frac{4 \cdot 43,6}{73}$ Pfd. Braunstein u. s. w.

Die Quantität des erhaltenen Chlors kann auf verschiedene Weise gefunden werden, nämlich wie folgt:

Bei Anwendung von 73 Theilen Salzsäure erhält man 35,5 Chlor.

" " " 1 Theil " " " $\frac{35,5}{73}$ "

" " " 4 Theilen " " " $\frac{4 \cdot 35,5}{73}$ "

u. s. w., oder durch ähnliche Schlüsse aus der eben gefundenen Menge Braunstein.

Die Antwort erfolgt natürlich in Pfunden; wird nach dem Volumen des erzeugten Chlors gefragt, so müssen die gefundenen 1,945 Pfund in Kubikfuß verwandelt werden; dies geschieht folgendermaßen:

1 Kubikfuß Luft wiegt $\frac{11}{4}$ Loth, 1 Kubikfuß Chlor (specifisches Gewicht 2,45) $\frac{2,45 \cdot 11}{4} = 6,737$ Loth.

So oft also 6,737 Loth in den gefundenen 1,945 Pfund enthalten sind, so viel Kubikfuß Chlor sind dies. 1,945 Pfund sind 62,24 Loth, und folglich 9,2 . . Kubikfuß.

Die Menge von Manganchlorür, welche als Nebenprodukt erhalten wird, kann man berechnen:

1) aus der angewandten Salzsäuremenge,
2) aus der angewandten Braunsteinmenge,
3) aus dem erhaltenen Chlor,
4) aus der Differenz zwischen den angewandten Substanzen und dem erhaltenen Chlor und Wasser.

Selbstredend müssen alle vier Methoden dasselbe Resultat geben; die Schlußfolge für die beiden ersten ist genau dieselbe wie in unseren bisherigen Auflösungen.

Ich schließe den Brief; du hast Arbeit genug bis zu meinem nächsten; ich sende dir dann die fehlenden Antworten mit.

An Materialien für die nächſten Experimente bedarfſt du:
etwas Zink,
etwas Blei,
4 Loth Bleizucker,
eine größere Menge, etwa 1 Pfund, Salpeterſäure,
2 Loth Mennige,
wofür du demnächſt zu ſorgen haſt, wenn du nicht noch von früheren Verſuchen das eine oder andere in hinreichender Menge übrig haſt.

36. Brief.

Zink; Verweisung auf das früher darüber Vorgekommene; Eigenschaften; Zinkoxyd. Zersetzung des Wassers; Zinkoxydhydrat. Ausfällen desselben. — Blei; Verweisung auf die Darstellung des Bleibaums; Eigenschaften und Oxyde des Blei's, Darstellung derselben. Antworten und Aufgaben.

Wir haben in dem Vorhergehenden schon öfter von dem

Zink

gesprochen, und die Leichtigkeit, mit welcher es den Wasserstoff aus dem Wasser verdrängen kann, ist wirklich ein Grund, seine Eigenschaften in nicht allzu großer Entfernung von diesem Körper zu betrachten. Du weißt schon, daß diese Verdrängung sowohl aus der Schwefelsäure, wie aus der Salzsäure geschieht. Aus der Menge Wasserstoff, die durch eine gewogene Menge Zink aus der einen oder anderen dieser Säuren frei gemacht wird, kann man das Aequivalent des Zinks bestimmen; man hat es zu 32,6 gefunden.

Du weißt ferner schon, daß das Zink schmelzbar ist, und wie man es zum Behufe seiner Verwendung zur Wasserstoffdarstellung körnt. Reines Zink ist bläulich-weiß, und zeigt auf dem Bruch große glänzende Krystallblätter. Es ist bei gewöhnlicher Temperatur brüchig, wird in einer 100° etwas übersteigenden Hitze so dehnbar, daß es sich leicht zu Platten und Blech auswalzen läßt, bei einer Temperatur von 200° aber wird es so spröde, daß man es in einem auf diese Temperatur erhitzten Mörser pulvern kann. Diese Versuche lassen sich in kleinem Maßstabe und ohne andere Hülfsmittel, als dir zu Gebote stehen, nicht wohl anstellen und ich beschränke mich daher darauf, dir die Thatsachen einfach mitzutheilen.

Von dem Verhalten des Zinks in höherer Temperatur kannst du dir durch Erhitzen desselben in einem Tiegel im Schmelzofen leicht eine Anschauung verschaffen. Es schmilzt in der Rothglühhitze und geht bei noch stärkerem Erhitzen in Dampfform über; die Dämpfe aber verbrennen

an der Luft mit bläulicher Flamme und es bildet ſich nichtflüchtiges, weißes Zinkoxyd. Wenn du zu dem Verſuche einen geräumigen Tiegel wählſt und denſelben ſchief in's Feuer ſtellſt, ſo kannſt du größere Mengen des Oxyds, welches in Flocken ſich in der Luft verbreitet, an den Tiegelwänden ſammeln; die alten Chemiker nannten es lana philosophica. Du wirſt bemerken, daß das Zinkoxyd in der Hitze gelb erſcheint, nach dem Erkalten aber ſchneeweiß iſt. Es wird in ähnlicher Weiſe im Großen dargeſtellt, um als Anſtreichefarbe ſtatt des giftigen Bleiweißes benutzt zu werden (Zinkweiß). Natürlich ſind die Vorrichtungen zum Verflüchtigen des Zinks, zum Verbrennen des Dampfes und zum Aufſammeln des Oxydes viel vollkommener als bei dem ſo eben angeſtellten Verſuche, welcher nur eine geringe Menge liefert. Daß das Zinkoxyd nicht flüchtig iſt, erkennſt du daran, daß es ſich ſonſt nicht in dem glühenden Tiegel und unmittelbar nach dem Verbrennen, ja ſelbſt als Ueberzug des geſchmolzenen Zinks zeigen würde. Durch Beſtimmung derjenigen Menge Zink, welche im Zinkoxyd mit 8 Gewichtstheilen Sauerſtoff verbunden iſt, erhält man ebenfalls das Atomgewicht des Zinks.

Das Zink oxydirt ſich auch bei gewöhnlicher Temperatur; es überzieht ſich mit einem grauen Häutchen, welches man als ein Unteroxyd — Suboxyd — des Zinks betrachtet, weil es weniger Sauerſtoff als das Oxyd enthält, und das ſo dicht iſt, daß es die untere Metallſchichte vor Oxydation ſchützt. Es wird deshalb das Zink vielfach angewandt zum Decken der Häuſer und zu mancherlei Geräthen, die der Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit ausgeſetzt ſind; doch darf man es nicht zu Speiſegeräthen brauchen, da es ſich bei Gegenwart von Säuren ſehr leicht oxydirt und giftige Salze liefert.

Das Zink iſt ſehr electro-poſitiv und wird in Berührung mit den meiſten anderen Metallen noch viel electro-poſitiver; deshalb oxydirt ſich Zink, welches mit Eiſen in Berührung iſt, vorzugsweiſe raſch und verhindert dadurch, daß es den Sauerſtoff für ſich in Anſpruch nimmt, die Oxydation des Eiſens, doch findet ſeine eigene Oxydation nur an der Oberfläche ſtatt, es ſei denn, daß irgend welche mechaniſche Urſachen das gebildete Häutchen immer wieder entfernten.

Auch bei Gegenwart von Kali (oder Natron) zerſetzt das Zink das Waſſer; es findet dieſe Zerſetzung jedoch erſt in der Siedehitze ſtatt; das gebildete Oxyd löſt ſich in dem Kali auf, mit welchem es eine lösliche Verbindung bildet, deren Entſtehung natürlich auch ſo zu erklären iſt, daß in KO, HO, das H durch Zn vertreten wird.

Den Verſuch kannſt du mit etwas Zinkfeile leicht anſtellen, die in einer Retorte mit Kalilöſung gekocht, Waſſerſtoff entwickelt, welcher über Waſſer in der pneumatiſchen Wanne aufgefangen ſich leicht an ſeinen Eigenſchaften, wie du weißt, erkennen läßt.

Bringt man das Zink mit Eisen in Berührung, so geht diese Wasserstoffentwickelung schon bei gewöhnlicher Temperatur vor sich, was du am leichtesten durch Uebergießen von Zink- und Eisenfeile mit Kalilösung erkennen wirst. Das Zinkoxydkali aus der Lösung abzuscheiden, ist mit Schwierigkeiten verbunden, weshalb du hier den Versuch abschließen magst.

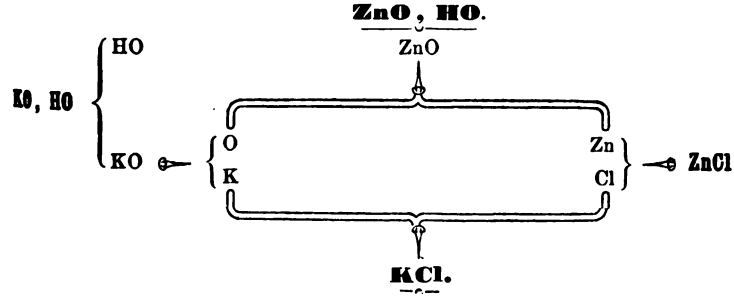
Zink mit Salzsäure übergossen giebt Chlorzink, ZnCl, in Lösung. Dampft man diese ein, so geht das Wasser unter allmäliger Steigerung des Siedepunktes theilweise in Dampfgestalt fort und man erhält endlich eine Masse, die kein Wasser mehr verliert, sondern sich unverändert von 250° an bis zur Zersetzung erhitzen läßt, die mit der Glühhitze eintritt und als deren Produkt Salzsäure entweicht, während Zinkoxyd sich bildet und zu dem noch unzersetzten Zinkchlorür tritt, um damit eine Verbindung zu bilden. Diese besteht also aus dem Chlorzink + der Basis Zinkoxyd und heißt deshalb basisches Zinkchlorür. Den Umstand, daß das Zinkchlorür sich in so hohen Temperaturen unverändert erhitzen läßt, benutzt man, um andere Körper längere Zeit bestimmten hohen Hitzegraden auszusetzen.

Außerdem erfährt das Chlorzink eine Anwendung im Großen, indem es zum Tränken des Holzes angewandt wird, welches dadurch lange Zeit vor Fäulniß bewahrt wird.

Hast du nicht von früheren Versuchen her noch etwas Chlorzink in Lösung, so bereite ein wenig davon und setze dazu etwas Kalilösung. Du wirst einen weißen Niederschlag erhalten; dieser rührt von der Vertretung des Zinks durch das Kalium her, indem Chlorkalium und Zinkoxydhydrat entsteht; letzteres fällt als unlöslich aus:

$$KO,\ HO + ZnCl = ZnO,\ HO + KCl.$$

Eine solche Vertretung läßt sich durch ein Schema nur schlecht darstellen:



Da das Zinkchlorür in seiner Lösung auch als salzsaures Zinkoxyd betrachtet werden kann, so kann man auch die Zersetzung so denken, als ob die stärkere Basis — das Kali — die schwächere aus ihrer

Verbindung austreibe, und dieſe unter Aufnahme von Waſſer ausgefällt werde.

$$\left.\begin{array}{l} \mathrm{ZnO,\,HCl} \left\{\begin{array}{l} \mathrm{ZnO} \\ \mathrm{HCl} \end{array}\right\} \mathrm{KO,\,HCl} = \mathrm{KCl} + \mathrm{HO} \\ \mathrm{KO,\,HO} \left\{\begin{array}{l} \mathrm{KO} \\ \mathrm{HO} \end{array}\right. \end{array}\right\} \mathrm{ZnO,\,HO}$$

Setze zu dem Niederſchlag noch etwas mehr Kali, ſo wirſt du ihn verſchwinden ſehen: das Kali bildet ja, wie wir wiſſen, eine lösliche Verbindung mit dem Zinkoxyd. Wie das Chlorzink verhalten ſich ſämmtliche (lösliche) Zinkoxydſalze.

Die Darſtellung des Chromoxydhydrats (S. 37 des erſten Theils) beruhte auf demſelben Principe der Ausfällung einer Baſis durch eine ſtärkere; das Ammoniak wirkte in ähnlicher Weiſe wie das Kali; auch für das Zink können wir Ammoniak anwenden, doch kann ich, da du das Ammoniak noch nicht näher kennſt, hier keine Erklärung dafür geben. Haſt du den Niederſchlag des Zinkoxydhydrats wieder aufgelöſt, ſo kannſt du ihn durch Zuſatz von einer Zinkchlorürlöſung wieder hervorrufen; filtrire ihn ab, waſche ihn gut aus und glühe ihn — das Produkt iſt Zinkoxyd.

Mittelſt Zink haſt du (Präp. XVI) aus dem eſſigſauren Bleioxyd reines

Blei

dargeſtellt. Du wirſt dich noch erinnern, daß wir darin ein Mittel geſehen haben, das Aequivalent (oder Atomgewicht) des Bleies zu beſtimmen. Wir nahmen damals anſcheinend willkürlich das des Zinks zu 32½ an; du weißt jetzt, weshalb ich gerade dieſe Zahl wählte; dann weißt du auch, daß wir unter dieſer Vorausſetzung für Blei, deſſen Zeichen Pb (plumbum) iſt, 103,7 gefunden haben. Auch wirſt du dich des kryſtalliniſchen Anſehens des Bleies erinnern; daran knüpfe ich die weitere Beſchreibung dieſes Metalls.

Das Blei hat eine bläulich-grauweiße Farbe, auf friſchen Flächen einen ſtarken Metallglanz und zeichnet ſich durch ſeine Weichheit und Dehnbarkeit aus; ſein ſpecifiſches Gewicht iſt ſehr groß (11,445). An der Luft überzieht es ſich mit einem grauen Häutchen, welches aus Suboxyd Pb_2O beſteht und die weitere Einwirkung der Luft verhindert. Das Blei ſchmilzt ſchon bei 325°; es bedeckt ſich dabei zuerſt mit einer

grauen Haut von Bleisuboxyd, die sich aber bei erhöhter Temperatur und hinreichendem Luftzutritt in Bleioxyd verwandelt. Der Versuch ist leicht anzustellen: Etwas Blei wird in einem geneigt stehenden Porzellantiegel geschmolzen und auf das stark erhitzte Metall mit einer langen Röhre oder einem Blasebalg Luft geblasen. Ist die Temperatur dabei hoch genug, so schmilzt das Bleioxyd und erstarrt dann beim Erkalten zu einer gelblichen oder röthlichen, leicht zerreiblichen Masse; war das Bleioxyd aber nicht geschmolzen, so stellt es ein gelbes Pulver dar; das geschmolzene wie das nicht geschmolzene Bleioxyd wird im Großen dargestellt und kommt im Handel vor, ersteres unter dem Namen Glätte, letzteres unter dem Namen Massicot. Es wird dir leicht gelingen, es unter beiderlei Gestalt zu erhalten; es ist aber meist mit etwas Blei gemengt; das Trennen von demselben lohnt nicht der Mühe, da wir es noch auf anderen Wegen darstellen lernen werden. Bei der Oxydation des Bleies verbinden sich 103,7 Theile mit 8 Theilen Sauerstoff, daher ist die Formel des Oxydes PbO.

In Berührung mit Luft und Wasser überzieht sich das Blei bald mit weißem Bleioxydhydrat, welches im Wasser etwas löslich ist. Da alle Bleisalze giftig sind, so sind also bleierne Wasserleitungen immer gefährlich. Allerdings giebt es Umstände, die namentlich bei sehr hartem Wasser und bei großen Wassermengen eintreten, unter denen diese Gefahr verschwindend ist; auf die nähere Erörterung dieser Verhältnisse kann ich jedoch hier nicht eingehen.

Die Anwendung des Bleies ist eine sehr vielfältige; ich erwähne nur die zur Bedachung von Gebäuden, zu Siedepfannen und anderen Geräthen in chemischen Fabriken, zu Röhren aller Art und zu einer großen Zahl von Präparaten, die wir nach und nach kennen lernen werden. Es beruht diese Anwendung des Metalls auf dem großen Widerstande, den das Blei der Einwirkung der Luft und der meisten Säuren entgegensetzt. Wir werden dies noch nach und nach erfahren.

Außer den beiden angeführten Oxyden bildet das Blei auch ein Superoxyd PbO_2, dessen Darstellung ich dich bitte vorzunehmen, da sie ein recht interessantes Beispiel von der Wirkungsweise des Chlors bildet. Vermische 4 Theile Bleizucker (in Lösung) mit der Lösung von $3\frac{1}{2}$ Theilen krystallisirter Soda; es wird durch die Ausfällung von kohlensaurem Bleioxyd eine weiße breiige Masse entstehen. Nun stelle unter Befolgung aller meiner früheren desfallsigen Vorschriften einen Chlorentwickelungsapparat her, leite das unter Anwendung von Kochsalz entwickelte Chlor erst durch eine Waschflasche mit Wasser und dann in ein cylindrisches Gefäß mit der erwähnten Mischung. Du wirst nach einiger Zeit einen braunen Niederschlag entstehen sehen, der nach und nach zunimmt, so daß endlich der weiße ganz verschwunden ist. Der braune

Niederschlag ist Bleisuperoxyd. Das Chlor verbindet sich nämlich m dem Natrium des Natrons und macht daher den Sauerstoff frei, d sich zum Bleioxyd begiebt und sich damit zu Bleisuperoxyd vereinigt. E wirkt also das Chlor mittelbar oxydirend. Natürlich muß die Kohlen säure frei werden und entweichen; das gebildete Chlornatrium komm neben der frei gewordenen Essigsäure in Lösung.

Man pflegt indessen das Bleisuperoxyd auch auf andere Weise au einer Verbindung desselben mit dem Bleioxyd darzustellen, welche de Namen **Mennige** trägt.

Wenn man das Bleioxyd bei einer gewissen Temperatur der Be rührung mit Luft längere Zeit hindurch aussetzt, so nimmt es Sauerstoff auf und verwandelt sich in Mennige. Der Versuch läßt sich im Kleinen nicht gut ausführen, weil die Mennige in etwas höherer Temperatu schon wieder Sauerstoff abgiebt und sich wieder in Bleioxyd verwandelt. Die Mennige zeigt nicht immer dieselbe Zusammensetzung, weshalb si keine einfache Verbindung von Blei mit Sauerstoff sein kann. Ma kann sie als eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd betrachte und da sie meistens der Formel Pb_4O_5 entspricht, als $3PbO + PbO$ ansehen. Sie findet sich im Handel unter der Form eines rothen Pulver welches als Malerfarbe dient. Nimm einige Loth davon, koche sie m Salpetersäure wiederholt aus und wasche den Rückstand mit kochende Wasser. Du wirst ein braunes Pulver erhalten, das aus Bleisuperox besteht, während sich aus der klaren Lösung nach dem Abdampfen Kr stalle von salpetersaurem Bleioxyd abscheiden. Es spricht dieser Versuch den du anzustellen nicht versäumen darfst, sehr für die Richtigkeit de oben ausgesprochenen Ansicht über die Zusammensetzung der Mennige.

Von dem Bleioxyd wirst du zu einem in meinem nächsten Brief zu beschreibenden Versuche eine kleine Quantität in folgender Wei darzustellen haben.

Erhitze nämlich etwas Bleiweiß, welches du vor nicht langer Ze (Präp. XLIV) dargestellt hast, im Porzellantiegel zum Glühen; es ent weicht dann die Kohlensäure und etwas Wasser, und es bleibt das Oxy rein zurück.

Zum Schluß dieses Briefes gebe ich dir die Antworten für di nicht gelösten Aufgaben des letzten Briefes.

1) [illegible] Loth Chlorkalium.

2) [illegible] Loth Manganoxydoxydul.

3) [illegible] Loth Manganchlorür.

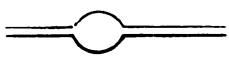
Endlich lasse ich noch einige Aufgaben zur selbstständigen Lösun folgen:

1) Wie viel Blei ist zu oxydiren, um a) 111,7 Loth, b) 1 Centne Bleiglätte zu erhalten?

2) Wie viel Sauerſtoff muß eine gewiſſe Menge Bleioxyd aufgenommen haben, wenn a) 28 Pfund 6½ Unzen, b) 100 Kilogr. Mennige gebildet worden ſind?

3) Wie viel Mennige iſt erforderlich zur Darſtellung von a) 119,7 Loth, b) 5 Pfund Bleihyperoxyd.

Fig. 122.

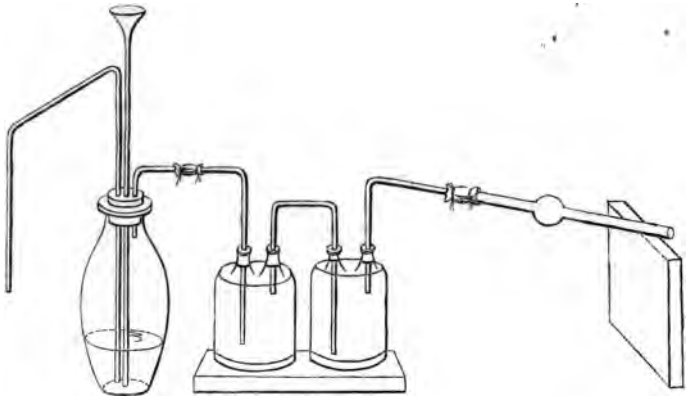


Zu den im nächſten Briefe vorkommenden Verſuchen laſſe dir von einem Barometermacher ein Paar Kugelröhren (Fig. 122) mit einem Kugeldurchmeſſer von etwa 1″ verfertigen. Handlungen chemiſcher Geräthſchaften liefern ſie zu 3 Sgr. das Stück.

37. Brief.

Stelle folgenden Apparat zuſammen :

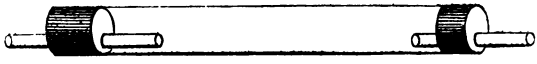
Fig. 123.



In die beiden Waſchflaſchen kommt Schwefelſäure.

Eine weitere Erklärung halte ich nicht für nothwendig. Haſt t keine Kugelröhre erhalten können, ſo kannſt du dir auch mit einer etwc weiten Glasröhre helfen, an deren beiden Enden mittelſt feiner Kor kurze und enge Glasröhren angebracht ſind.

Fig. 124.



Die Gasentwickelungsflaſche iſt mit Zink und Waſſer zur Entwick lung von Waſſerſtoff zu beſchicken und dann mit der größten Sor falt auf ſeine Dichtigkeit zu prüfen, zu welchem Zwecke an ſeinen End eine Kautſchukröhre mit gebogenem Glasrohr, die in ein Schälchen n Waſſer taucht, anzubringen, und dann die Gasentwickelungsflaſche n der Hand zu erwärmen iſt, u. ſ. w.

Nun bringe in die Kugelröhre etwas Bleioxyd, verbinde ſie wieder mit dem Apparate und gieße etwas Schwefelſäure zum Zink, um die Gasentwickelung einzuleiten. Laſſe ſie fortdauern, bis du ſicher biſt, daß alle atmoſphäriſche Luft aus dem ganzen Apparat entfernt und durch Waſſerſtoff erſetzt iſt. Dieſes wirſt du wenigſtens annähernd daran erkennen können, daß die Gasblaſen, welche aus dem vorhin angeführten Ableitungsrohr über dem Waſſer in dem eben angeführten Schälchen entweichen, beim Anzünden ohne Knall mit ruhiger Flamme abbrennen. Geſchieht dies, ſo kannſt du ruhig ſein, daß alle Luft entfernt iſt. Dann erhitze mit der kleinen Spirituslampe gelinde die Stelle, wo das Bleioxyd befindlich iſt; du wirſt alſobald an den kälteren Theilen der Röhre ſich Waſſer verdichten ſehen. Damit dieſes ſich nicht anſammele, zurückfließe und die Röhre ſprenge, erhitzt man auch den äußerſten Theil derſelben zweckmäßig mit derſelben Lampe; dabei entzündet ſich der Waſſerſtoff und wenn der Apparat noch Luft enthielte, würde er Gefahr laufen zerſprengt zu werden, weshalb man bei der Dichtigkeitsprobe nicht vorſichtig, beim Warten mit dem Erhitzen nicht geduldig genug ſein kann.

Die Waſſerſtoffentwickelung und das Erhitzen des Bleioxyds wirſt du ſo lange fortzuſetzen haben, bis du metalliſche Kügelchen in dieſem letzteren erſcheinen ſiehſt, oder wenn du willſt, bis alles in Blei umgewandelt worden. Der dabei ſtattfindende Vorgang iſt ſehr einfach und dir gewiß ſchon lange deutlich: der Waſſerſtoff entzieht dem Bleioxyd ſeinen Sauerſtoff und bildet damit Waſſer, welches gasförmig entweicht, während das metalliſche Blei zurückbleibt. Dieſer Vorgang der Zurückführung eines Oxyds in ein Metall (oder in anderen Fällen auch in eine niedrigere Oxydationsſtufe) nennt man Reduction. Als reducirende Körper ſind natürlich diejenigen beſonders wirkſam, die ſich durch eine ſtarke Affinität zum Sauerſtoff auszeichnen, und der Waſſerſtoff wird deshalb unter den Reductionsmitteln eine Hauptſtelle einnehmen.

Auf die Menge des gebildeten Waſſers im Vergleich mit der angewandten Menge Bleioxyd und dem verbrauchten Waſſerſtoff brauche ich dich wohl kaum aufmerkſam zu machen; nur ſo viel will ich bemerken, daß man dieſen Vorgang benutzen kann, um daraus die Zuſammenſetzung des Waſſers zu ermitteln. Wenn man nämlich das Gewicht des angewandten Bleioxydes und des erhaltenen Bleies kennt, ſo ergiebt der Unterſchied dasjenige des im Waſſer enthaltenen Sauerſtoffes; wird dann ferner der Apparat ſo eingerichtet, daß man das gebildete Waſſer vollſtändig ſammeln und wägen kann, ſo ergiebt der Unterſchied zwiſchen deſſen Gewicht und dem des Sauerſtoffes dasjenige des hinzugetretenen Waſſerſtoffes. Es wird ſich das Verhältniß von 8 Theilen Sauerſtoff auf 1 Theil Waſſerſtoff herausſtellen müſſen.

Sehr viele Metalloxyde werden eben so reducirt, so z. B., wie du nächstens sehen wirst, das Oxyd des Eisens.

Chlorblei.

In einem kleinen Kolben mit Gasleitungsrohr erhitze etwas Bleiabfälle oder Bleifeile mit Salzsäure zum Kochen. Das entweichende Gas leite in ein Gefäß mit Wasser; es wird sich durch seine Brennbarkeit als Wasserstoff ausweisen; wenn kein Gas mehr kommt, so ist die Röhre aus dem Wasser und der Apparat auseinander zu nehmen und die heiße Lösung von dem rückständigen Blei abzugießen. Du wirst bemerken, daß dieselbe sofort während des Erkaltens einen weißen krystallinischen Niederschlag fallen läßt; wenn sich derselbe nach dem gänzlichen Erkalten gut abgesetzt hat, so gieße die überstehende Flüssigkeit ab und wasche den krystallinischen Rückstand mit einigen Tropfen kalten Wassers ab; er besteht aus Chlorblei. Du siehst hieraus, daß dieses in der Hitze leichter löslich ist als in der Kälte, und wenn du versuchst, es jetzt ganz aufzulösen, so wirst du finden, daß du dazu sehr viel kaltes Wasser nöthig hast, daß das Chlorblei also in der Kälte sehr schwer löslich ist; natürlich ist zu diesem, wie zu allen derartigen Versuchen Regenwasser (oder destillirtes Wasser) zu nehmen, da das Brunnenwasser Stoffe enthält, die mit den Bleilösungen Niederschläge geben.

Nun stelle dir, wenn du von früherher keine Lösung von essigsaurem Bleioxyd mehr haben solltest, eine solche in derselben Weise wie damals her und bringe in dieselbe etwas Salzsäure; du wirst sofort einen weißen krystallinischen Niederschlag entstehen sehen, der aus Chlorblei besteht, indem sich dieses in der Mischung bildet und so schwer löslich ist, daß es in der vorhandenen Wassermenge nicht aufgelöst bleiben kann und größtentheils ausgefällt wird; nur so viel bleibt in Lösung, wie das vorhandene Wasser lösen kann. Die Gleichung, welche diese Zersetzung ausdrückt, ist, wenn ich Essigsäure mit $\bar{A}$ bezeichne:

$$PbO, \bar{A} + HCl = PbCl + HO + \bar{A}.$$

In eine kleine Menge der ursprünglichen Lösung von essigsaurem Bleioxyd gieße etwa die 10fache Menge Wasser und setze darauf Salzsäure zu; es wird kein Niederschlag entstehen. Warum nicht? Weil nunmehr das vorhandene Wasser zur Lösung des Chlorbleies ausreicht.

Schwer lösliche Körper werden also dann nicht ausgefällt, wenn sie in hinreichend verdünnten Lösungen entstehen und Niederschläge schwer löslicher Substanzen entstehen nur in concentrirten Lösungen. Der nothwendige Concentrationsgrad hängt natürlich von dem Grad der Schwerlöslichkeit ab. Sowohl in der Lösung des essigsauren Bleioxyds wie in der des Chlorbleies wirst du durch Kalilösung einen Niederschlag

erhalten; derſelbe iſt dem entſprechenden der Zinkſalze ähnlich zuſammengeſetzt und beſteht aus Bleioxydhydrat. Er iſt wie jener im Ueberſchuſſe löslich, doch weit ſchwieriger, und du wirſt es ſchon deswegen nicht gut dir veranſchaulichen können, weil das kauſtiſche Kali nur ſelten rein iſt.

Aus dem Bleioxydhydrat kann man natürlich durch Glühen Bleioxyd erhalten.

Wir kommen ſpäter noch auf die Verbindungen des Bleies und des Bleioxyds mit denjenigen Körpern zurück, die du noch nicht näher kennſt, und wenden uns nun zum

Eiſen.

In demſelben Apparate, in welchem du das Bleioxyd reducirt haſt, wirſt du zunächſt auch das Eiſenoxyd zu reduciren haben, wovon du (Präp. XL) früher eine hinreichende Menge bereitet haben wirſt. Vorher wird der Waſſerſtoffapparat durch ſeine Entleerungsröhre mittelſt Zudrückens der erſten Kautſchukröhre ausgeleert und dann friſches Waſſer und Schwefelſäure zugeſetzt, worauf die Erhitzung des Eiſenoxyds in kurzer Zeit beginnen darf. Dieſelbe wirſt du aber nur mäßig vornehmen, da ſich das Eiſenoxyd ſchon in niederer Temperatur reduciren läßt. Wenn kein Waſſer mehr kommt, ſo iſt ſo lange die Erhitzung zu unterbrechen, bis das Ende der Röhre kalt geworden iſt, und dann das Eiſenoxyd etwas ſtärker zu erhitzen; ſetzt ſich dann wieder Waſſer an, ſo muß die Erhitzung wieder eine Zeit lang fortgeſetzt werden, was ſo oft zu wiederholen iſt, bis ſich an der erkalteten Röhre auch kein Anflug von Waſſer mehr zeigt. Dann iſt die Waſſerſtoffflamme auszulöſchen und die Kugelröhre auszulöſen. Sie enthält nunmehr ſchwarzes, pulveriges Eiſen; verſuche es, daſſelbe in ein anderes Gefäß zu ſchütten: es wird, namentlich wenn es etwas hoch durch die Luft fällt, ſchon bei gewöhnlicher Temperatur mit hellem Funkenſprühen verbrennen und wieder zu dem braunrothen Oxyde werden, welches du zur Reduction gebraucht haſt. Dieſe große Affinität des Eiſens zum Sauerſtoff iſt die Urſache, weshalb man daſſelbe in dem pulverförmigen Zuſtande, in welchem man es durch Reduction erhält, nicht aufbewahren und kaum ſeine Eigenſchaften ſtudiren kann. Bei größerer Hitze ſintert es zwar etwas zuſammen und wird weniger leicht oxydirbar, allein es bietet dann nicht das praktiſche Intereſſe dar, weil es nur auf großen Umwegen in dieſem Zuſtande zu erhalten iſt. Reines Eiſen beſitzt eine faſt ſilberweiße Farbe, einen ſchuppigen, zuweilen kryſtalliniſchen Bruch und iſt ſehr politurfähig. Es iſt weicher als gewöhnliches Schmiedeeiſen, auch hämmer. aber

weniger fest als daſſelbe. Es iſt entweder unſchmelzbar, oder doch ſo ſchwer ſchmelzbar, daß es als unſchmelzbar betrachtet werden kann.

Das Eiſen, welches im gewöhnlichen Leben angewendet wird, iſt kein reines Eiſen, ſondern enthält Kohle in verſchiedenen Mengen; wir werden ſowohl die Darſtellung als die verſchiedenen Eigenſchaften der einzelnen Eiſenarten ſpäter betrachten, wenn du beſſer im Stande ſein wirſt, dem dabei vorkommenden etwas verwickelten Proceſſe zu folgen. Die chemiſchen Eigenſchaften des Eiſens ſind mit denen des meiſten Schmiedeeiſens ſo gut wie identiſch, wenn es auch ſeine phyſikaliſchen nicht ſind, und mit dieſen haben wir uns zunächſt zu beſchäftigen. Es wird alſo das Folgende für das reinſte Eiſen gelten, welches wir praktiſch kennen, und das wir in Geſtalt von feinem Klavierdraht erhalten und anwenden werden.

Mit dem Sauerſtoff bildet das Eiſen drei Verbindungen, die eine, das Eiſenoxyd, kennſt du ſchon; eine andere enthält weniger Sauerſtoff und heißt Eiſenoxydul, die dritte, von geringer Wichtigkeit, enthält mehr Sauerſtoff und heißt Eiſenſäure. Wenn Eiſen mit Schwefelſäure behandelt wird, ſo wird 1 Gewichtstheil Waſſerſtoff von 28 Theilen Eiſen vertreten und es entſteht alſo eine Verbindung von 28 Theilen Eiſen mit 8 Theilen Sauerſtoff, oder

$$FeO;$$

ſie heißt Eiſenoxydul; in der zweiten ſind 28 Eiſen mit 12 Sauerſtoff verbunden, oder 2 . 28 Eiſen mit 3 . 8 Sauerſtoff; es iſt dieſe das dir ſchon bekannte Eiſenoxyd

$$Fe_2O_3;$$

die dritte, die Eiſenſäure, hat die Formel

$$FeO_3.$$

Wenn man das Eiſen an trockener Luft oder in luftfreiem Waſſer auch noch ſo lange liegen läßt, ſo verändert es ſich nicht; mit Luft und Waſſer oder Feuchtigkeit aber gleichzeitig in Berührung überzieht es ſich mit Roſt, d. h. mit Eiſenoxydhydrat. Hat das Roſten einmal begonnen, ſo geht es viel ſchneller weiter, weil das Eiſen in Bezug auf den Roſt ſehr electropoſitiv iſt und mit demſelben ein galvaniſches Element bildet, wodurch es den Sauerſtoff mit größerer Gewalt anzieht. Verhindert wird das Roſten durch die Gegenwart von kohlenſaurem Kali oder Natron, ſo wie durch einen Ueberzug mit Stoffen, die noch leichter Sauerſtoff anziehen, als Eiſen, wie Kohle, Zink. Befördert wird das Roſten durch Gegenwart von Säuren, Chlormetallen (Kochſalz) und durch Metalle, die in Bezug auf Eiſen electronegativ ſind, wie z. B. das Zinn. Zum Rothglühen erhitzt, bedeckt ſich das Eiſen mit einer ſchwarzen Oxydhaut, die beim Schlagen mit dem Hammer abſpringt (Hammerſchlag); ſie beſteht aus einer Verbindung von Eiſenoxydul und

Eisenoxyd in wechselnden Verhältnissen; eine solche Verbindung entsteht auch, wenn man Wasserdampf über glühendes Eisen leitet, wobei alsdann Wasserstoff erhalten wird. Dieser sehr lehrreiche Versuch ist in dem Falle nicht schwer anzustellen, wo man einen Flintenlauf und einen Ofen, um denselben glühend zu machen, zur Disposition hat. Ich will ihn aber nicht näher beschreiben, da die dabei zu beobachtenden Vorsichtsmaßregeln eine weitläufige Auseinandersetzung erfordern, und du weiter nichts sehen würdest, als eine mit großem Aufwande bewirkte Wasserstoffentwickelung. Merke dir indeß die interessante Thatsache, daß das metallische Eisen dem Wasserdampf den Sauerstoff entzieht und Wasserstoff frei macht, während der Wasserstoff dem Eisenoxyd den Sauerstoff entzieht und so Wasser und Eisen entstehen. Freilich treffen wir in beiden Fällen nicht dieselben Oxyde an.

Du weißt schon, daß Eisen mit Schwefelsäure schwefelsaures Eisenoxydul bildet; du wirst wohl von den Krystallen (Präp. XXXVIII) noch einige übrig haben, sonst stelle von neuem etwas dar, beeile die Arbeit so, daß die Luft mit der Lösung möglichst wenig in Berührung kommt und erhitze von den erhaltenen Krystallen einige in einem Porzellantiegel; du wirst Wasserdampf entweichen und die Krystalle sich entfärben sehen. Wenn du sie nach dem Erkalten mit Wasser befeuchtest, so wird die Masse wieder blaugrün, wobei eine eintretende Erhitzung erkennen läßt, daß das Wasser in chemische Verbindung mit dem Eisensalze tritt. Dieses enthält demnach Krystallwasser, und zwar in jedem Aequivalent Eisenvitriol 7 Aequivalente Wasser.

Einen Theil der Mutterlauge lasse an der Luft stehen, in einen anderen bringe einige Tropfen Kalilösung. Es wird sich ein graulichblauer Niederschlag ausscheiden, der aus Eisenoxydulhydrat besteht, das schon im Moment seiner Entstehung Sauerstoff aufgenommen und sich theilweise in Oxydoxydhydrat verwandelt hat. Reines Oxydulhydrat ist weiß; wenn du es erhalten willst, so mußt du einen noch unveränderten, möglichst blauen Krystall aussuchen, denselben in vorher ausgekochtem Wasser auflösen, das Kali ebenfalls in ausgekochtem Wasser lösen, und vor dem Vermischen der beiden Lösungen zu der ersteren etwas von der Lösung der schwefligen Säure, die du von Präp. XLVI her noch haben wirst, zusetzen. Beim Vermischen der etwas verdünnten Lösungen wirst du dann einen weißen Niederschlag erhalten (alle diese Operationen führst du am besten in Reagircylindern aus, welche die Anwendung kleiner Quantitäten der Substanzen gestatten und sich leicht in der Weingeistflamme erhitzen lassen); dieser besteht im Augenblicke des Entstehens aus Eisenoxydulhydrat, oxydirt sich aber sehr schnell und wird, wie oben gesagt, erst blaugrau und endlich, indem er sich ganz in Oxydhydrat verwandelt, braun; bei wiederholtem Umgießen der Flüssigkeit w

dieſe Veränderung ſehr bald wahrnehmen; aber auch ſchon beim bloßen Stehen an der Luft erſcheint bald eine braune Haut und endlich ein eben ſolcher Niederſchlag.

Dieſe große Neigung, ſich weiter zu oxydiren, iſt die Urſache, daß das Eiſenoxydul nur mit den größten Schwierigkeiten rein zu erhalten iſt, weshalb dieſe Verſuche ſich nicht für dich eignen; auch würden ſie kein beſonderes Intereſſe haben. In ſeinen Verbindungen mit Säuren oxydirt ſich das Eiſenoxydul ebenfalls ſehr bald in Berührung mit der Luft, noch ſchneller bei Gegenwart von Oxydationsmitteln. Du brauchſt nur eine Löſung von Eiſenvitriol an der Luft ſtehen zu laſſen, um dich davon zu überzeugen. Sie wird bald ganz grün und endlich gelblichbraun werden, indem ſich zugleich allmälig ein gelber Niederſchlag bildet. Das ſchwefelſaure Eiſenoxydul oxydirt ſich nämlich zu ſchwefelſaurem Eiſenoxyd; allein das Eiſenoxyd bedarf mehr Schwefelſäure zur Verbindung, als das Eiſenoxydul, woraus es entſtanden, und wenn man keine Schwefelſäure zuſetzt, ſo muß alſo ein Theil des Eiſenoxyds, aus Mangel an Schwefelſäure, ſich abſcheiden; dabei bleibt es aber mit einer geringen Menge der Säure verbunden, ſo daß das abgeſchiedene gelbbraune Pulver nicht aus reinem Eiſenoxydhydrat beſteht, ſondern noch etwas Schwefelſäure enthält. Man nennt eine ſolche Verbindung ein baſiſches Salz.

Zwei Atome Eiſenoxydul Fe_2O_2 werden nämlich durch Aufnahme von 1 Atom Sauerſtoff zu einem Atome Oxyd Fe_2O_3. In dem Oxydulſalz waren mit 2 Atomen Oxydul nur 2 Atome Säure verbunden; das aus jenem entſtandene eine Atom Oxyd verlangt aber 3 Atome Säure, und es muß alſo noch ein Atom anderswoher genommen werden. Nun muß alſo entweder, wie wir dies früher (Präp. XXXIX) bei der künſtlichen Oxydation durch Salpeterſäure gethan haben, noch Schwefelſäure zugeſetzt werden, oder es ſcheidet ſich, in Ermangelung derſelben, ein Theil der Baſis aus, wie oben geſagt.

Ein ähnliches Verhalten zeigen alle Eiſenoxydulſalze, von denen du das Chlorür durch Behandeln von Eiſenabfällen mit Salzſäure unter der Bedingung, daß immer überſchüſſiges Eiſen vorhanden iſt, darſtellen und daran ähnliche Erſcheinungen wie an dem Eiſenvitriol wahrnehmen magſt. Das Eiſenchlorür enthält ebenfalls Kryſtallwaſſer, es hat die Formel:

$$FeCl + 4\,HO.$$

Das Eiſenchlorid, welches wir in der Folge bisweilen brauchen werden, iſt in feſter Form nur ſchwer zu erhalten; die Löſung erhält man leicht durch Auflöſen des Eiſenoxydhydrats in Salzſäure, oder durch Auflöſen von natürlich vorkommendem Eiſenoxyd (Blutſtein), doch iſt darauf zu achten, daß kein Ueberſchuß von Säure vorhanden ſein darf. Daß das Eiſenchlorid auch aus dem Chlorür durch Erhitzen mit Salpeter-

ſäure und Salzſäure erhalten werden kann, geht ſchon aus der Betrachtung hervor, daß das Eiſenchlorid in ſeiner Löſung in Waſſer als ſalzſaures Eiſenoxyd angeſehen werden kann. Der Verſuch iſt leicht anzuſtellen; ich empfehle dir denſelben, jedoch nur in kleinem Maßſtabe.

Zum Schluſſe dieſes Briefes die Antwort auf die letzten Aufgaben:

1) a. 103,7 Loth. b. 102 Pfund 3,89 Loth.

2) a. ½ Pfund. b. 1759,01 Gr.

3) a. 454,8 Loth. b. 19 Pfund,

und noch einige Fragen zur Uebung:

Um wie viel muß eine Röhre ſchwerer geworden ſein, welche Eiſendraht enthält, über welchen in der Glühhitze Waſſerdampf geleitet wird, wenn a. 3 Loth, b. 1½ Unzen Waſſerſtoff erhalten worden ſind?

Wie viel Eiſen iſt angegriffen worden, wenn ſich a. 89 Loth, b. 4,35 Unzen Roſt gebildet hat? Wird das Eiſenſtück dabei leichter oder ſchwerer? Um wie viel?

Außer etwas Kupfer (in Geſtalt von Blechabfällen) und etwa 4 Loth Kupfervitriol bedarfſt du zu den nächſten Verſuchen keine neuen Materialien.

---

38. Brief.

Kupfer; Eigenſchaften, Oxyd, Verhalten zu Säuren u. ſ. w. Kupferoxyd, Darſtellung, Reduction durch Waſſerſtoff; Kupferoxydul, Darſtellung und Eigenſchaften. Legirungen des Kupfers. Antworten, Aufgaben und Auflöſungen.

Du weißt ſchon, daß das

Kupfer

aus ſeinen Löſungen durch das Eiſen verdrängt und metalliſch ausgefällt wird, daß hierbei 31,7 Gewichtstheile deſſelben durch 28 Theile Eiſen vertreten werden, und daß demnach das Aequivalent des Kupfers Cu = 31,7 iſt.

Die Farbe des Kupfers iſt nicht kupferroth, ſondern gelbroth; die kupferrothe des gewöhnlichen Kupfers rührt von einem Ueberzug eines Oxydes her, und es erſcheint erſt des Kupfers eigene heller rothe Farbe, wenn man es mit etwas Salpeterſäure (und dann mit Waſſer) abwäſcht; mache den Verſuch und merke dir dann die eigenthümliche Farbe dieſes Metalles.

Die Dehnbarkeit, Feſtigkeit und Biegſamkeit des Kupfers ſind bekannt; ſein ſpecifiſches Gewicht beträgt 8,8. In der Rothglühhitze ſchmilzt es; in der Weißglühhitze verbrennt es mit grüner Flamme.

Beim Schmelzen abſorbirt das Kupfer Sauerſtoff, der beim Erſtarren zum Theil entweicht, aber im Augenblicke des Feſtwerdens noch nicht ganz entwichen iſt und daher das Kupfer blaſig macht. Dieſes iſt der Grund, warum man das Kupfer nicht für ſich allein zu Gußwaaren benutzen kann, ſondern dazu nur Gemiſche (Legirungen) von Kupfer und Zink verwendet.

Das Kupfer bildet mit dem Sauerſtoff mehrere Oxyde, von denen uns nur zwei näher beſchäftigen ſollen: das Kupferoxydul Cu_2O und das Kupferoxyd CuO.

Schon bei gewöhnlicher Temperatur überzieht ſich das Kupfer, namentlich wenn es Pulvergeſtalt hat, an der Luft mit einem dünnen, kupfer- oder purpurrothen Häutchen von Kupferoxydul; mehr noch geſchieht dies bei nicht allzuſtarkem Erwärmen. Völlig blank polirtes Kupfer iſt dieſer anfangenden Oxydation nur beim Erwärmen ausgeſetzt. In der Glühhitze überzieht ſich das Kupfer mit einer ſchwarzbraunen Schichte von Kupferoxyd. Der feine Oxydulüberzug widerſteht der Einwirkung der Luft und der Säuren ſehr gut und wird daher auf verſchiedene Weiſe künſtlich erzeugt (rothe Bronze).

An feuchter Luft hält ſich das Kupfer unverändert, nur wenn dieſelbe — wie es freilich meiſt der Fall iſt — eine ſchwache Säure (wie Kohlenſäure) enthält, überzieht es ſich mit einem grünen Ueberzug, welcher eine Verbindung des Kupferoxydhydrats mit dieſer Säure iſt (Grünſpan). Schwache Säuren, wohin auch die Salzſäure und verdünnte Schwefelſäure gehören, wirken nur dann auf das Kupfer, wenn der Sauerſtoff gleichzeitig Zutritt hat. In dieſem Falle entſtehen die entſprechenden Salze. Faſt alle friſchen Pflanzenſtoffe enthalten Säuren; dieſe können alſo, wenn ſie in kupfernen Geſchirren an der Luft ſtehen, die Bildung von Kupferſalzen veranlaſſen, welche bekanntlich ſämmtlich der Geſundheit nachtheilig ſind. Wo man alſo kupferne Kochgeſchirre verwendet, da ſoll man mit großer Sorgfalt auf deren Reinigung vor dem Gebrauch (von etwa gebildetem Grünſpan) und darauf achten, daß die Speiſen darin nicht ſtehen bleiben; während des Kochens wird durch den Waſſerdampf die Luft abgehalten und alſo die Bildung von Kupferſalzen unmöglich.

Durch einen kleinen Verſuch kannſt du dich leicht davon überzeugen: In eine Schale bringe etwas Waſſer zum Kochen, dem einige Tropfen Salzſäure oder Eſſigſäure zugeſetzt worden. Dann lege eine vorher mit Salpeterſäure und dann mit Waſſer recht blank geputzte und gut abgeſpülte Kupfermünze hinein; nach dem Kochen wirſt du die Flüſſigkeit farblos und die Münze unverändert finden. Wenn du ſie aber nur ſo in der ſauren Flüſſigkeit liegen läſſeſt, daß ſie zum Theil herausragt und die Luft ſie berührt, ſo wirſt du ſie ſchon nach wenigen Stunden theilweiſe verändert und eine grüne Maſſe an den Berührungspunkten mit der Flüſſigkeit entſtanden finden. Vertheilſt du dieſen künſtlich erzeugten Grünſpan in der Flüſſigkeit, ſo wird dieſelbe ſich grün färben, einen herb metalliſchen Geſchmack zeigen und dann auf hineingehaltenes Eiſen einen rothen Ueberzug von Kupfer abſetzen.

Wie die Oxydation des Eiſens, ſo wird auch die des Kupfers durch die Gegenwart des Kochſalzes befördert.

Das

Kupferoxyd

CuO

erhält man außer in der angegebenen Art (durch Glühen des Kupfers), welche es nicht ganz frei von Oxydul liefert, auch durch Oxydation des Kupfers mittelst Salpetersäure in derselben Weise, wie du die Darstellung der Antimonsäure und des Queckſilberoxyds gelernt haſt, und ich bitte dich, den Verſuch, wenn auch in kleinem Maßſtabe, anzuſtellen; auch darfſt du nicht verſäumen, durch Glühen von Kupferdrehſpähnen unter Zutritt von Luft das Oxyd herzuſtellen; durch Benetzen mit Salpeterſäure und wiederholtes Glühen kannſt du dabei leicht jede Spur von Oxydul in Oxyd verwandeln.

Daß Kupfervitriol ſchwefelſaures Kupferoxyd iſt, weißt du ſchon; es iſt dasjenige Kupfer-Salz, welches am leichteſten zu haben iſt und welches daher zur Darſtellung aller anderen Kupferpräparate dient.

In eine nicht zu geringe Menge einer filtrirten Löſung von Kupfervitriol tröpfele ſo lange Kalilöſung, bis der Niederſchlag ſich nicht mehr vermehrt; er iſt blau, ſehr voluminös und beſteht aus Kupferoxydhydrat. Filtrire etwa die Hälfte davon ab und waſche daſſelbe gut mit kaltem Waſſer aus. Unterdeſſen erhitze das Uebrige in einem Kolben zum Sieden; du wirſt ſehr verwundert ſein, die blaue Farbe allmälig ſchwinden und einer ſchwarzen Platz machen zu ſehen. Du kennſt die ſchwarze Farbe des Kupferoxyds — dieſes iſt die Subſtanz, welche du vor Augen haſt; ſie iſt aus dem Hydrat dadurch entſtanden, daß das Waſſer deſſelben während des Kochens ausgeſchieden wurde. Dieſe Ausſcheidung von Waſſer aus einer im Waſſer befindlichen Subſtanz iſt ſehr merkwürdig; ſie iſt vom Waſſer unabhängig und nur durch die Temperatur bedingt, wie du dich leicht dadurch überzeugen wirſt, daß das vorhin abfiltrirte Hydrat, wenn es zwiſchen Ziegelſteinen trocken gepreßt worden, ſchon bei ſehr gelindem Erhitzen ſchwarz und in Oxyd verwandelt wird.

Du wirſt bemerken, daß das auf naſſem Wege bereitete Kupferoxyd viel feiner, als das auf trockenem Wege erhaltene iſt, welches dagegen eine kryſtalliniſch-körnige Beſchaffenheit zeigt.

Die Reduction des Kupferoxyds mittelſt Waſſerſtoff wirſt du in dem ſchon zweimal gebrauchten Apparate noch weit leichter bewirken können, als die des Eiſens, und dabei ein ſchön rothes Pulver erhalten, das, nach dem völligen Erkalten im Waſſerſtoffſtrom an die Luft gebracht, ſchon unter dem Fingernagel, beſſer aber unter einem Polirſtahl den ſchönſten Glanz und ſelbſt etwas Zuſammenhang annimmt, ſich aber ſchnell oxydirt und zu Kupferoxydul wird.

Das reducirte Kupfer miſche auf's ſorgfältigſte mit einem ſolchen Gewichte Kupferoxyd, daß ein Aequivalent von jedem genommen wird, bringe das Gemiſch in einen Porzellantiegel und erhitze es, bedeckt, zum

schwachen Glühen. Nach dem Erkalten ist die ganze Masse gleichmäßig roth geworden und besteht aus

Kupferoxydul

Cu_2O.

Um dieses in noch anderer Weise zu erhalten, verfahre folgendermaßen: Zu einer kleinen Menge Kupfervitriollösung setze etwas Zucker (am besten Milchzucker oder Traubenzucker, wenn du diesen bekommen kannst) und füge dann Kalilösung zu. Ist hinreichend Zucker vorhanden, so entsteht hierbei kein Niederschlag, oder der entstandene löst sich wieder in einer etwas größeren Menge des Fällungsmittels auf; die Flüssigkeit theile nun in zwei Theile: die eine lasse in einer verschlossenen Flasche stehen, die andere erwärme gelinde; es wird sich in letzterer ein erst gelbes, dann schön rothes krystallinisches Pulver, in jener nach einigen Tagen eben solches, jedoch noch besser krystallisirtes Kupferoxydul ausscheiden.

Das Kupferoxydul findet sich auch natürlich als Rothkupfererz; es ist alsdann krystallisirt und zeigt eine cochenillerothe Farbe und einen ausgezeichneten Glanz. Beim Zusammenschmelzen mit Glas oder Glasflüssen ertheilt es diesen eine rubinrothe Farbe, weshalb man es zum Rothfärben des Glases benutzt. Es ist in den meisten Säuren nicht unzersetzt löslich, sondern zerfällt in Oxyd, welches sich mit der Säure verbindet, und Kupfer, welches sich abscheidet. In der Salzsäure löst es sich indeß zu Kupferchlorür, Cu_2Cl. Wenn du den Versuch machst, so wirst du vermuthlich eine dunkel gefärbte Flüssigkeit erhalten; das Chlorür ist farblos, aber es geht an der Luft sehr bald in Chlorid, CuCl, über, welches der Lösung die braune Farbe ertheilt.

Das Kupferchlorid, durch Lösen von Kupferoxyd in Salzsäure dargestellt, bildet eine grüne Flüssigkeit (aus der man auch durch Erkaltenlassen Krystalle erhalten kann).

Es entsteht dieses Salz auch bei der Einwirkung von Salzsäure auf Kupfer, in Gegenwart der Luft.

Durch Zusammenschmelzen von Kupfer mit Zink erhält man Legirungen dieser beiden Metalle, die je nach dem Verhältnisse derselben eine verschiedene Farbe und verschiedene Eigenschaften haben. Das gewöhnliche Messing enthält z. B. 70 % Kupfer und 30 % Zink; es ist zum Guß sehr brauchbar, härter als Kupfer, widersteht dem Einfluß der Luft besser und läßt sich leicht bearbeiten.

Rothes Messing (Tombak, Similor u. s. w.) enthält mehr Kupfer (z. B. 85 Kupfer 15 Zink). Auch mit anderen Metallen legirt sich

das Kupfer leicht, so mit dem Zinn zu Bronze. Wir sprechen später davon.

Schließlich noch die Auflösungen zu den letzten Aufgaben und einige neue.

Du meinst, die beiden ersten ließen sich nicht lösen, so lange ich dir nicht die Formel der entstehenden Eisenverbindung gegeben hätte; das ist nicht richtig geschlossen, denn es bleibt sich völlig gleich, in welcher Verbindung der Sauerstoff zurückgeblieben ist; er macht das Eisen und mithin die dasselbe enthaltende Röhre um sein Gewicht schwerer, und es findet sich dieses sehr leicht, wenn man bedenkt, daß es das Achtfache des entwichenen Wasserstoffes betragen muß; die Antworten sind also für

a. 24 Loth; b. 14⅔ Unzen.

Die Antworten auf die zweite Aufgabe hast du mit

a. 56 Loth und b. 2,74 Unzen

richtig gefunden; der zweite Theil wird folgendermaßen beantwortet:

Da das Eisen Sauerstoff und Wasser aufnimmt und der Rost nicht entfernt worden ist, so muß es um diese Substanzen schwerer geworden sein; das Wieviel findet sich am schnellsten durch die Subtraction des Gewichtes des Eisens von dem des Rostes. Der Unterschied muß Sauerstoff und Wasser sein.

Es sei nun folgende Aufgabe gestellt:

Wie viel Kupfer ist in Salpetersäure zu lösen, um nach dem Abdampfen und Glühen $125\frac{75}{81}$ Pfund Kupferoxyd zu erhalten?

Diese Aufgabe will ich dir, um es für spätere ähnliche möglich zu machen, auflösen:

Du wirst vermuthlich wieder wissen wollen, welches die Zusammensetzung und das Atomgewicht der Salpetersäure, sowie die Formel des Processes ist; allein du brauchst nur zu bedenken, daß mit dem Kupfer vorgehen kann, was immer will, stets aus einem Aequivalent Kupfer ein Aequivalent Kupferoxyd wird, und daß mithin die ganze Frage lautet: wie viel Kupfer ist zur Darstellung von der geforderten Menge Oxyd erforderlich, wenn man zu $39\frac{7}{10}$ Pfund $31\frac{7}{10}$ Pfund Kupfer nöthig hat? Die Antwort wirst du finden = 100 Pfund.

Ich füge noch folgende Aufgaben hinzu:

1) Wie viel Kupfer muß in Arbeit genommen werden, um nach der Darstellung von Kupfervitriol und dem Ausfällen mit Zucker und Kali

a. 71⅔ Pfund; b. 1 Pfund

Kupferoxydul zu erhalten?

2) Wenn ein Eisenstab um

a. 4 Loth; b. 14,8 Loth

durch schwerer geworden ist, daß er in einer Flüssigkeit lag, die Kupfer-
chlorid in Lösung enthielt: auf wie viel von dieser Substanz deutet dieses?

An Materialien für die nächsten Versuche brauchst du etwas Kreide,
einen Kalkstein oder Marmorstücke; etwas Chlorcalcium, kohlensaures
Ammoniak und chlorsaures Kali wirst du wohl noch haben.

---

39. Brief.

Verhältniß der Baſen unter einander. Calcium; Kalk; gebrannter und ungebrannter Kalk; Verhalten des Kalkes zu Waſſer und zu Kohlenſäure. Ausfällung des kohlenſauren Kalkes unter den verſchiedenen Umſtänden. Löslichkeit und ſonſtige Eigenſchaften der Kohlenſäure. Syntheſe derſelben.

Wir haben im Vorhergehenden zwei ſehr ſtarke Baſen kennen gelernt, die alle übrigen, welche wir nachher betrachtet haben, auszutreiben im Stande waren; du wirſt nicht überſehen haben, daß jene, die ſtärkeren, in Waſſer löslich, dieſe, die ſchwächeren, unlöslich ſind. Die Metalle, deren Oxyde die erſteren bildeten, waren von geringem ſpecifiſchem Gewichte und von ſolcher Affinität zum Sauerſtoff, daß ſie ſich an der Luft und im Waſſer ſchon bei gewöhnlicher Temperatur oxydirten; Eigenſchaften, die den Radicalen der übrigen Oxyde ganz fremd ſind. Du kannſt wohl denken, daß es in der Natur, in welcher wir nirgends Klaſſen, die ſchroff getrennt wären, ſondern immer Uebergänge finden, auch Uebergänge zwiſchen dieſen Metallen und ihren Oxyden geben muß.

Als dasjenige Metall, welches ſchon in manchen Beziehungen zu den (ſchweren) letztbetrachteten Metallen hinneigt und ſich doch in vielen anderen noch ſehr an Kalium und Natrium anſchließt, finden wir das

Calcium,

deſſen Oxyd, der Kalk, in ſeinen Verbindungen mit Säuren einen der verbreitetſten Beſtandtheile unſerer Erde ausmacht. Die Zuſammenſetzung der Kreide kennſt du ſchon; auch weißt du, daß die Kohlenſäure daraus durch ſtärkere Säuren verjagt werden kann. Ein anderer Verſuch aber iſt beſſer geeignet, ihre Zuſammenſetzung dir klar zu machen.

Bringe in deinem Schmelzöfchen eine Schicht Kohlen in Gluth, lege dann darauf eine Schichte ſchwarzer Kohlen mit einigen nußgroßen Stücken

reiner Kreide, oder noch beſſer Marmor (wovon man oft Abfälle von Bildhauern u. ſ. w. erhalten kann), dann wieder eine Schichte Kohlen und einige Stückchen deſſelben Minerals, ſo viel der Ofen enthalten mag, ſetze die Röhre auf und laſſe das Ganze in gehörige Gluth kommen und ruhig ausbrennen. Nach dem Erkalten nimm die gebrannten Kreide- oder Marmorſtückchen aus der Aſche, reinige ſie davon und bewahre ſie zu den damit vorzunehmenden Experimenten in einer wohlverſchloſſenen Flaſche auf.

Lege nun neben einander auf ein Stück rothes Lackmuspapier ein Stückchen des ungeglühten und ein Stückchen des geglühten Steins, und befeuchte beide mit einem Tropfen Waſſer; die Farbe wird unter dem letzteren blau werden, unter dem erſteren nicht.

Folglich iſt die Kreide durch das Glühen in eine Baſis verwandelt worden; ſie beſteht nunmehr aus einem Oxyde. Die Säure, mit welcher ſie verbunden war, muß entwichen ſein. Dieſes wird durch folgende Verſuche beſtätigt: ein größeres Stück von beiden übergieße mit ſehr wenig Waſſer: das geglühte erhitzt ſich ſtark, das andere nicht — erſteres verbindet ſich mit dem Waſſer, letzteres nicht —; wir wiſſen, daß ſich auch Kali und Natron ähnlich verhalten.

Mit einer Säure übergoſſen wird das ungeglühte brauſen, das geglühte nicht; beide werden ſich aber erhitzen. Dies beweiſt, daß die Säure, welche mit dem Oxyd verbunden war, gasförmig war, und daß ſie beim „Brennen“ entweicht. Wickele endlich von geglühter und von ungeglühter Kreide ein Stückchen in ein Papier oder Läppchen und lege ſie bei Seite; bald wirſt du das eine Stück Papier mürbe geworden, das andere unverändert finden. Alſo iſt der gebrannte Kalk kauſtiſch, ähnlich wie Kali und Natron, eine Eigenſchaft, die der ungebrannte Stein, der folglich milde iſt, nicht zeigt.

Daß in dem gebrannten Kalk keine Kohlenſäure mehr enthalten iſt, folgt daraus, daß dieſelbe nicht beim Uebergießen mit Säure entweicht. War die Kreide oder der Marmor rein, ſo haben wir alſo nach dem Brennen reinen Kalk. In demſelben kann man mittelſt des galvaniſchen Stroms die Exiſtenz eines Metalls, des Calciums, nachweiſen, welches eine hellgelbe Farbe, ſtarken Metallglanz und große Dehnbarkeit beſitzt. Es hält ſich kurze Zeit in trockener Luft, ohne ſich zu oxydiren; es zerſetzt das Waſſer, ohne den Waſſerſtoff zu entzünden. Es iſt im Kalk mit dem Sauerſtoff im Verhältniß von 20 : 8 verbunden und ſein Aequivalent iſt alſo 28 (außerdem exiſtirt noch ein Calciumhyperoxyd CaO_2).

Das Calciumoxyd, oder der Kalk, ſtellt ſich als eine nicht kryſtalliniſche (amorphe) Maſſe dar, die in keiner Hitze ſchmelzbar iſt.

Mit dem Waſſer vereinigt es ſich zu dem Kalkhydrat, einem trockenen, ſtäubenden Pulver. Da daſſelbe nach der Formel CaO, HO zuſammengeſetzt iſt, ſo nehmen 28 Theile Kalk nur 9 Theile Waſſer auf, um ſich chemiſch damit zu verbinden; um dieſes Hydrat darzuſtellen wirſt du alſo den gebrannten Kalk mit nur wenig Waſſer übergießen. Kannſt du größere Stücke Kalk erhalten, ſo wirſt du im Dunkeln ſelbſt ein ſchwaches Erglühen beim Begießen mit ſehr wenig Waſſer beobachten. Bei Anwendung von etwa halb ſo viel Waſſer wie Kalk tritt eine ſolche Erhitzung ein, daß man, wenn der Kalk recht friſch gebrannt iſt, an demſelben Schießpulver und Schwefelhölzchen entzünden kann, ein Verſuch, der um ſo intereſſanter anzuſtellen iſt, als die Hitze durch kaltes Waſſer hervorgebracht wird!

Das Waſſer tröpfelſt du dabei am beſten mit der Spritzflache auf und du wirſt bemerken, daß der Kalk dabei ſehr bedeutend an Volumen zunimmt und daß viel Waſſer durch die Hitze verdampft. Es wird dir nicht ſchwer fallen, die Menge des zugeſetzten Waſſers ſo zu treffen, daß gerade das Hydrat als völlig trockenes Pulver entſteht und daß ein auch noch ſo geringer weiterer Zuſatz die ſtaubige Trockne aufhören und die Maſſe etwas feucht werden läßt. Man nennt dieſe Operation das Löſchen des Kalkes und das Kalkhydrat gelöſchten Kalk. Nun ſetze noch mehr Waſſer zu; es verwandelt ſich das Kalkhydrat in einen feinen Kalkbrei, bei weiterem Waſſerzuſatz in Kalkmilch, d. h. in eine etwas dicke Flüſſigkeit, in welcher das Kalkhydrat ſuspendirt iſt. Hebe den größeren Theil davon in einer gut verſchloſſenen Flaſche mit Glasſtöpſel auf und füge zu dem Reſt noch mehr Waſſer; es wird dir zwar nicht gelingen, die Flüſſigkeit ganz klar und alſo den Kalk ganz gelöſt zu erhalten, allein in der abfiltrirten Flüſſigkeit werden wir ſpäter die Gegenwart des Kalkes nachweiſen. Er iſt nämlich etwa in ſeiner tauſendfachen Menge Waſſer löslich. Dieſe Löſung nennt man Kalkwaſſer; filtrire die Flüſſigkeit direct in eine Flaſche, die ſich wohl verſtopfen läßt, und bewahre ſie einſtweilen auf.

Von dem gebrannten Kalk lege ein Stück frei in eine Schale an die Luft; nach ein paar Tagen wirſt du finden, daß es zerfallen iſt, als ob es gelöſcht worden wäre. Nimm dann einen Theil davon und erhitze ihn in einer Glasröhre; das ſich an den kälteren Stellen verdichtende Waſſer wird dir zeigen, daß dieſe Vorausſetzung richtig war. Uebergieße dann einen anderen Theil mit Salzſäure; das Aufbrauſen wird dir zeigen, daß außer Waſſer auch Kohlenſäure aufgenommen worden, zugleich zum Beweiſe, daß dieſe ſich in der Luft befinden muß.

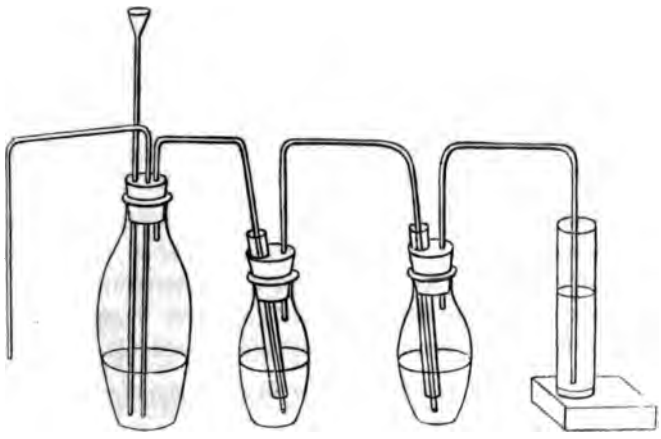
Endlich giebt dies auch noch davon Zeugniß, daß die Verwandtſchaft des Kalkes zum Waſſer und zur Kohlenſäure eine ſtarke ſein muß; es

beſtätigt ſich dieſe Thatſache auch durch die vielfache Anwendung, welche vom Kalke gemacht wird, um ſowohl Waſſer als Kohlenſäure aufzunehmen.

Das Verhalten von Kohlenſäure und Kalk gegen einander ſoll uns noch weiter beſchäftigen; es wird ſpäter dazu dienen, die Gegenwart des einen dieſer Körper durch den anderen nachzuweiſen.

Damit wir die Kohlenſäure zu jeder Zeit haben können, haſt du den Apparat (Fig. 125) herzuſtellen, wobei du aber auch eine Waſchflaſche weg-

Fig. 125.



laſſen kannſt. In die Gasentbindungsflaſche kommt, wie du wohl denken wirſt, Kreide und Waſſer; durch die Trichterröhre iſt verdünnte Schwefelſäure zuzuſetzen. Du wirſt bemerken, daß die Kohlenſäure ſich als ein farbloſes Gas von ſchwach ſäuerlichem Geſchmack entwickelt. Feuchtes blaues Lackmuspapier wird von ihr geröthet, nimmt aber, an der Luft getrocknet, die blaue Farbe wieder an, weil die gasförmige Säure wieder entweicht.

Leite einige Blaſen von derſelben durch Kalkwaſſer; du wirſt einen weißen Niederſchlag entſtehen ſehen; da der Kalk zur Kohlenſäure große Verwandtſchaft hat, ſo kann dieſer nur von der Verbindung beider herrühren, und es zeigt ſich alſo hierdurch, daß der kohlenſaure Kalk unauflöslich iſt; nun ſetze das Hindurchleiten der Kohlenſäure fort, du wirſt erſtaunt ſein, zu finden, daß der Niederſchlag wieder verſchwindet.

Wie mag es kommen, daß derſelbe Körper, welcher die Entſtehung eines Niederſchlages hervorbrachte, ihn auch wieder verſchwinden macht? Die Thatſache wird dich nicht ſo ſehr befremden, wenn du daran denkſt, daß wir ſchon mehrere Körper durch Ausfällung erhalten haben, die in

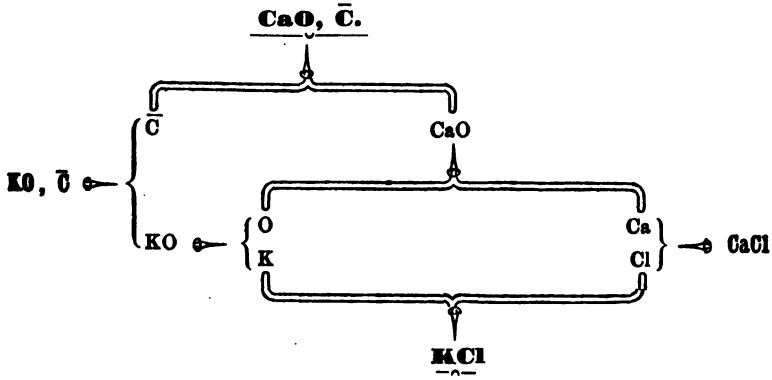
einem Ueberſchuß des Fällungsmittels löslich waren. So auch hier. Die in Waſſer überſchüſſig ſich auflöſende Kohlenſäure läßt den gefällten kohlenſauren Kalk ſich wieder auflöſen. Stelle von dieſer Löſung etwas mehr dar, damit du ſie in zwei Theile theilen und mit jedem einen beſonderen Verſuch anſtellen kannſt. Die eine Hälfte laſſe längere Zeit in einer mit Papier loſe bedeckten Schale an der Luft ſtehen: nach einigen Stunden, oder am anderen Tage wirſt du die Löſung ſich trüben ſehen. Die andere Hälfte erhitze in einem Kolben zum Kochen: es wird ebenfalls ein Niederſchlag entſtehen; dieſer hat zwar ein ganz anderes Anſehen, als der zuerſt gefällte kohlenſaure Kalk, iſt aber doch nichts anderes; nur war der zu Anfang ſich bildende in feinerem Zuſtande im Waſſer vertheilt und machte daſſelbe daher milchig trübe, der jetzt erſchienene aber iſt wegen der ſchnelleren Bildung körnig und daher weniger ausgedehnt und ſcheidet ſich beſſer von der Löſung ab. Laſſe ihn ſich abſetzen, gieße die klare Flüſſigkeit ab und überzeuge dich, daß die Kohlenſäure beim Aufgießen von Säure unter Brauſen entweicht.

Aus dem Allen geht hervor, daß die Kohlenſäure mit dem Kalke eine Verbindung bildet, die in Waſſer zwar unlöslich iſt, ſich aber in ſolchem Waſſer auflöſt, welches überſchüſſige Kohlenſäure enthält, aus dieſer Löſung aber durch Stehen an der Luft oder durch Kochen wieder abgeſchieden wird, weil hierbei die Kohlenſäure entweicht.

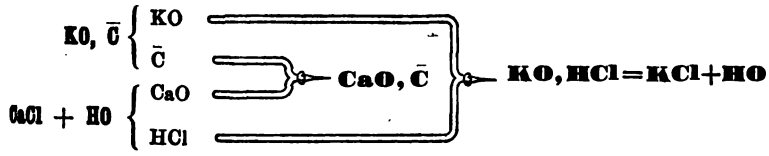
Dieſes Verhalten der Kohlenſäure iſt ganz charakteriſtiſch.

Du wirſt dich von Präp. XLIII her erinnern, daß wir den kohlenſauren Kalk auch aus Chlorcalcium unter Zuſatz von Ammoniak erhalten haben. Das Ammoniak wirkte dabei gerade wie eine Baſis, indem es ſich mit der Salzſäure verband. Es wird dir nicht ſchwer halten, einzuſehen, weshalb wir eine ſolche Subſtanz, ſtatt deren wir auch Kali oder Natron hätten nehmen können, zuſetzen mußten. Soll ſich die Kohlenſäure mit dem Kalke verbinden, ſo muß, wie du von damals her dich noch erinnern wirſt, Salzſäure frei werden. Salzſäure aber und kohlenſaurer Kalk können nicht zuſammen beſtehen, indem dann wieder ſalzſaurer Kalk (Chlorcalcium) und Kohlenſäure entſtehen würden. Um dieſes zu verhindern muß ein Stoff zugeſetzt werden, der die Salzſäure in Beſchlag nimmt, und dazu wählt man natürlich eine Baſis. Daß das Ammoniak die Stelle einer ſolchen vertritt, habe ich ſchon oben geſagt. Es führt uns dieſes natürlich darauf, daß wir ſtatt Kohlenſäure und einer Baſis auch die Verbindung beider oder das Kohlenſäure-Salz hätten nehmen können. Du wirſt dich ſehr leicht überzeugen, daß durch Vermiſchen von zwei Löſungen von kohlenſaurem Kali oder Natron und von Chlorcalcium ein Niederſchlag von kohlenſaurem Kalk erzeugt wird. Wenden wir einſtweilen, bis wir die Zuſammenſetzung der Kohlen-

ſäure kennen gelernt haben, das früher gebrauchte Symbol für dieſelbe an, ſo iſt das Schema für dieſen Vorgang:



oder, wenn wir das Chlorcalcium mit ſeinem Löſungswaſſer als ſalzſauren Kalk betrachten:

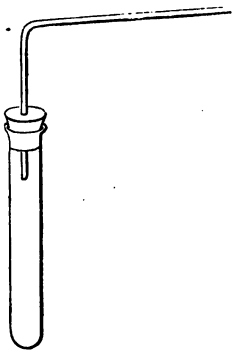


Wenn du den Verſuch mit etwas größeren Mengen anſtellen willſt und die Zerſetzung genau ausführſt, in bekannter Weiſe, ſo wirſt du aus der Löſung das Chlorcalcium durch Kryſtalliſation erhalten können.

Wir haben im Vorhergehenden ſchon mehrfach Gelegenheit gehabt, die Löslichkeit der Kohlenſäure im Waſſer zu beobachten; um dir eine noch beſſere Anſchauung davon zu geben, brauchſt du dieſelbe nur in ein Glas zu leiten, welches ſo mit Waſſer gefüllt iſt, daß das Gas eine weite Strecke hindurchſtreichen muß; du wirſt finden, daß die Blaſen unten viel größer ſind als oben, daß die Flüſſigkeit nach einiger Zeit blaues Lackmus röthet und hineingegoſſenes Kalkwaſſer trübt. Auch kannſt du ein verſchließbares Fläſchchen auf die gewöhnliche Weiſe, aber unter Benutzung eines ſtarken Stroms, mit Kohlenſäure füllen und dann die Mündung in friſches Waſſer untertauchen; dieſes wird dann allmälig in der Flaſche in die Höhe ſteigen; wenn du dieſe nun unter Waſſer verſtopfeſt, herausnimmſt und ſchüttelſt, ſo wird nach dem Wiederöffnen unter Waſſer dieſes ſchneller hineinſteigen, indem ſich ein Theil des Gaſes beim Schütteln gelöſt hat. Wenn man mit reinem Gaſe operirt, gelangt man durch Wiederholung dieſer Manipulationen dazu, die Flaſche ganz mit Waſſer zu füllen. Wir kommen auf den Grad der Löslichkeit der Kohlenſäure in Waſſer noch einmal ſpäter ausführlicher zurück.

Es knüpft ſich an dieſe Verſuche die Betrachtung der übrigen Eigenſchaften der Kohlenſäure ſowohl als des kohlenſauren Kalkes; auch bleibt uns noch das Studium der anderen Kalkſalze. Da aber die bisherige Kenntniß der Kohlenſäure und des kohlenſauren Kalkes ausreichend iſt, um dieſes Gas von anderen unterſcheiden zu können, und ich daſſelbe nicht gerne dir noch mehr vorführen möchte, ehe du mit ſeiner Zuſammenſetzung bekannt biſt, ſo wollen wir uns erſt hiernach umſehen. Du haſt vielleicht ſchon aus der Aehnlichkeit des Namens geſchloſſen, daß die Kohlenſäure möglicherweiſe aus Kohlen- und Sauerſtoff beſtehen könnte. In der That iſt ſie eine Verbindung von beiden (1), was du folgendermaßen ſehr leicht nachweiſen kannſt. Fülle drei Gasflaſchen mit Sauerſtoff. Zur Gasentwickelung kannſt du entweder eine ganz kleine Retorte, oder auch eine Reagenzröhre (Fig. 126) nehmen, in die unter gelindem Druck ein Kork mit gebogener Glasröhre eingepaßt iſt.

Fig. 126.



Dann bringe mittelſt eines gebogenen Drahtes in zwei Gasflaſchen eine kleine glühende Kohle und laſſe die Verbrennung ſo lange dauern, bis die Kohle verliſcht, in die dritte halte einige Zeit lang ein brennendes Wachskerzchen. Dann gieße in die erſte etwas Kalkwaſſer, in die zweite etwas kauſtiſche Kalilöſung, in die dritte eine mit Ammoniak verſetzte Löſung von Chlorcalcium. Die erſte und die letzte Löſung wirſt du ſofort, namentlich beim Umſchütteln, trübe werden ſehen. Bei der zweiten wirſt du nach dem Schütteln nur mit Mühe den Kork öffnen können, weil die Kohlenſäure größtentheils vom Kali aufgenommen und alſo keine Luft mehr vorhanden iſt, die der äußeren atmoſphäriſchen das Gleichgewicht hielte. Beim Zuſatze von Chlorcalciumlöſung entſteht in dem ſo gebildeten kohlenſauren Kali der weiße Niederſchlag von kohlenſaurem Kalke.

Es beweiſt das Alles, daß durch Verbrennung von Kohle in Sauerſtoff Kohlenſäure entſteht, denn daß im Wachſe Kohle enthalten iſt, haben wir ſchon damals erfahren, als daſſelbe unter Kohleabſcheidung in Chlor brannte.

Daß wir auch ſtatt Sauerſtoff die atmoſphäriſche Luft zur Verbrennung der Kohle hätten benutzen können, verſteht ſich wohl von ſelbſt; indeſſen brennt ſie darin ſchlecht fort und du thuſt daher wohl, wenn du

(1) Was die Kohle iſt, das iſt für den Augenblick zu wiſſen nicht weiter nöthig; es genüge dir, dir darunter gewöhnliche Holzkohle und zwar einen einfachen Körper vorzuſtellen.

Versuch machen willst, die leichter brennende Sprengkohle anzu-
n. Diese Versuche führen uns zur näheren Betrachtung der Kohle
d für sich; wir wollen daher, ehe wir weiter fortfahren, diesen
r etwas näher kennen lernen.

Außer etwas Fernambukholz wirst du für nächstens nichts anzu-
n haben, da du alles Uebrige gewiß noch in hinreichenden Men-
ast.

40. Brief.

Kohlenſtoff. Darſtellung der Kohle aus Holz; Aſchenbeſtandtheile derſelben; Steinkohlen, Kohks, Ruß. Eigenſchaften der Kohle, Knochenkohle; Graphit, Diamant; Nachweiſung des Kohlenſtoffs in der Kohlenſäure.

Wir haben ſchon ſo oft von der

Kohle

geſprochen, daß es nunmehr wohl an der Zeit iſt, zu erfahren, was für eine Art von Körper dieſes iſt. Die Kohle oder der Kohlenſtoff iſt, wie der Waſſerſtoff, Sauerſtoff u. ſ. w., ein einfacher Körper oder ein Element, d. h. ein ſolcher, den man auf keinerlei Weiſe in verſchiedenartige Beſtandtheile zu zerlegen bisher im Stande geweſen iſt. Der Kohlenſtoff bildet den Hauptbeſtandtheil aller thieriſchen und pflanzlichen Stoffe und kann aus denſelben, obwohl nicht unmittelbar chemiſch rein, durch Erhitzen unter Abhaltung der Luft dargeſtellt werden.

Es beſteht nämlich z. B. das Holz hauptſächlich aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, welche in einer Art mit einander verbunden ſind, über welche wir noch keine nähere Kenntniß haben erlangen können. Wenn man dieſe Subſtanz der Hitze ausſetzt, oder, wie man zu ſagen pflegt, der trockenen Deſtillation unterwirft, ſo ordnen ſich die Elemente anders an und man erhält mehrere Produkte von verſchiedener Natur.

Dieſes Experiment, welches im Großen zum Zwecke der Gewinnung dieſer Produkte ſehr vielfach angeſtellt wird, läßt ſich auch im Kleinen leicht machen: Nimm eine Reagenzröhre, bringe an das geſchloſſene Ende derſelben ſo viel Streichhölzchen, an denen vorher die Zündſpitzen mit dem Schwefel abgebrochen ſind, wie neben einander darin Platz finden, und halte die Röhre mittelſt eines zuſammengefalteten und um das obere Ende gelegten Papiers in eine Spiritusflamme, ſo daß das Holz allmälig erhitzt wird.

Du wirst zuerst das obere Ende der Röhre sich mit der Feuchtigkeit beschlagen sehen, die durch die Wärme aus dem Holze frei gemacht wird; nimm dieses Wasser mit etwas Löschpapier weg und erhitze das Holz stärker: ein Braun- oder Schwarzwerden desselben wird die nächste Folge sein und eine bräunlichgelbe Flüssigkeit an der Stelle des Wassers zum Vorschein kommen. Nun halte die Röhre so, daß der nicht erhitzte Theil nach unten gerichtet ist, damit die sich ansammelnde Flüssigkeit herausströpfele und nicht zu der Kohle zurückfließe. Außer derselben entwickeln sich aus dem Holze auch noch brennbare Gasarten, wie du dich durch Annäherung der Flamme an die Mündung der Röhre überzeugen kannst. Die sich bildende Flüssigkeit wird sich gegen Lackmuspapier als sauer erweisen, während sie einen theerähnlichen brenzlichen Geruch besitzt. Setze die Erhitzung so lange fort, bis sich nichts mehr bildet; lasse dann die Röhre, in etwas Sand gesteckt, kalt werden und brich sie entzwei; der Inhalt ist fast reiner Kohlenstoff. Das ganze Experiment aber soll dich lehren, daß durch diese trockene Destillation die Elemente des Holzes sich zur Bildung von Wasser, einer Säure, brennbaren Gasen, brenzlichen Produkten und Kohle umordnen. Es mag noch bemerkt werden, daß eine Säure sich in dem unveränderten Holze nicht nachweisen läßt, und daß die hier gebildete, Essigsäure ist.

Wenn du ein Stückchen der erhaltenen Kohle auf einem Stücke Eisenblech in der Spiritusflamme zum Glühen erhitzest, so wirst du finden, daß es allmälig verglimmt und etwas Asche zurückbleibt. Du weißt schon, daß Kohlensäure entweicht, und wirst dich erinnern, daß die Asche hauptsächlich aus kohlensaurem Kali besteht, wovon du dich durch Befeuchten, Probiren mit rothem Lackmuspapier und Uebergießen mit Säure leicht überzeugen wirst. Es enthält die Kohle also noch Aschenbestandtheile, welche auch im Holze vorhanden waren; nach Entfernung derselben — durch Auskochen mit Wasser und Säuren — bleibt dann die reine Kohle zurück. Da es auch organische Stoffe giebt, die aus denselben drei Elementen wie das Holz bestehen und keine Aschenbestandtheile enthalten, so kann man aus diesen auch direct reine Kohle erhalten. Dahin gehören z. B. Zucker, Gummi u. s. w., allein sie eignen sich deswegen nicht zu unserem Versuche, weil sie vor der Zersetzung schmelzen und daher weit schwieriger verkohlen.

Die Kohle oder der Kohlenstoff, wie man sie aus organischen Körpern durch die Verkohlung erhält, ist ein fester, schwarzer, zerreiblicher Körper, der sich dadurch auszeichnet, daß er unlöslich in irgend einer Flüssigkeit, unschmelzbar und unverdampfbar ist. Die sämmtlichen Versuche, welche angestellt wurden, haben bewiesen, daß es bis jetzt nicht möglich ist, bei irgend einer Temperatur geschmolzene Kohle oder Kohlendampf darzustellen.

Die aus den verſchiedenen organiſchen Stoffen dargeſtellten Kohlen beſitzen auch verſchiedenes Anſehen und ſelbſt ſehr verſchiedene phyſikaliſche Eigenſchaften, obwohl ſie alle in den eben angegebenen Punkten übereinſtimmen. Die aus dem Holze dargeſtellte Kohle zeigt die Structur des Holzes, woraus ſie entſtand; Zucker, Gummi u. ſ. w. liefern eine blaſige, leichte Kohle; Steinkohlen geben ſehr verſchiedene Arten Kohks, je nach der Beſchaffenheit der Steinkohlen. Manche organiſche Stoffe verbrennen an der Luft ſo unvollkommen, daß ſich aus der Flamme beim Abkühlen eine ſehr feine ſtaubige Kohle, Ruß, abſetzt, die indeſſen erſt durch das wiederholte Glühen von beigemengten öligen Stoffen befreit wird. Alle dieſe Kohlen unterſcheiden ſich ferner durch ihr verſchiedenes ſpecifiſches Gewicht, durch ihr Leitungsvermögen für Wärme und Electricität und durch die Stärke ihrer Abſorptionskraft.

Es beſitzen nämlich alle poröſen Kohlenarten die Eigenſchaft, Gaſe und Farbſtoffe, ſowie einige andere Arten von Körpern, in ihre Poren aufzunehmen und zu verdichten, oder zu abſorbiren. Wie geſagt iſt die Größe dieſer Eigenſchaft wechſelnd; ſie iſt namentlich abhängig von dem Grad der Poroſität oder von der Größe der Oberfläche, welche die Kohle dem genannten Stoffe darbietet.

Wenn du die vorhin dargeſtellte Kohle, die beim Erhitzen nichts mehr abgab, eine Zeit lang an der Luft haſt liegen laſſen, und dann wieder ein Stück davon in einer Glasröhre erhitzeſt, ſo wirſt du dieſe ſich mit Feuchtigkeit beſchlagen ſehen, zum Beweiſe, daß die Kohle Waſſerdampf aus der Luft abſorbirt hatte. Um eine Kohle darzuſtellen, welche dieſe Eigenſchaft in erhöhtem Maße beſitzt, verfahre wie folgt: Bringe in einen heſſiſchen Tiegel einige Knochenſtücke; fülle ihn damit, ſo gut es gehen mag, an, ſetze den Deckel oder ein Stück Dachſchiefer auf, verſchmiere die Fugen, doch nicht vollends, mit Lehm, und ſetze dann das Ganze in einem Stuben- oder Küchenofen einer allmälig zum heftigen Glühen geſteigerten Hitze aus. Es wird eine Menge brennbarer Gasarten entweichen und nach dem Erkalten eine Kohle zurückbleiben, die durch die große Menge unorganiſcher Subſtanz (Kalkſalze) in den Knochen eine ſehr bedeutende Poroſität und Oberfläche beſitzt. Sie zeigt in ſehr hohem Maße die mehrerwähnte Eigenſchaft. Stelle z. B. eine gefärbte Flüſſigkeit durch Auskochen von etwas Fernambukholz mit Waſſer dar, filtrire die Flüſſigkeit und ſetze pulveriſirte Knochenkohle zu; koche wieder längere Zeit in einem Kolben und filtrire abermals; die Löſung wird farblos oder doch nur ſehr ſchwach gefärbt durchlaufen. Die abfiltrirte Kohle, getrocknet und ausgeglüht, zeigt dieſelbe Eigenſchaft abermals, und wenn es dir Spaß macht, kannſt du ſo

durch dieſelbe Quantität Knochenkohle nach und nach den Farbſtoff aus einer großen Menge gefärbter Flüſſigkeit ausziehen.

Dieſe Abſorptionsfähigkeit erſtreckt ſich noch auf viele andere Stoffe, und du kannſt leicht denken, daß davon mannichfache Anwendungen gemacht werden; es iſt aber dabei zu bemerken, daß die Kohle vor der Anwendung friſch ausgeglüht ſein muß, weil ſie ſonſt ſchon ſo viel von den ſie umgebenden Stoffen abſorbirt hat, daß ſie nichts mehr aufnehmen kann.

Ich könnte dir noch gar manches über die Erſcheinungen mittheilen, die mit dieſen Eigenſchaften der Kohle zuſammenhängen, allein es findet ſich darüber ſo vieles und leicht Verſtändliches in den verſchiedenen größeren Schriften über chemiſche Gegenſtände zerſtreut, daß ich dieſes Capitel wohl abkürzen kann, da ich ja doch keinen vollſtändigen Curſus der Chemie geben, ſondern dich nur zum Weiterſtudiren und zum Verſtändniß der anderen Werke befähigen will.

Eine andere Eigenſchaft der Kohle haben wir ſchon früher kennen gelernt: es iſt die, beim Erhitzen mit Sauerſtoff zu Kohlenſäure zu verbrennen; dabei nimmt 1 Aequivalent Kohle 2 Aequivalente Sauerſtoff auf und es hat dieſe Säure alſo die Formel CO_2.

Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt die Kohle an der Luft und im Waſſer völlig unverändert, ſo wie ſie auch gegen die Einwirkung aller chemiſchen Agentien unempfindlich iſt. Man pflegt daher Holz, welches der Feuchtigkeit und der Luft ausgeſetzt werden ſoll, an der Oberfläche zu verkohlen, wodurch es ſich unbeſtimmte Zeit hindurch erhält, ja es dient die Kohle ſogar, weil ſie zugleich faulende Stoffe u. ſ. w. aufnimmt, als erhaltendes, fäulnißwidriges Mittel.

In der Glühhitze verbrennen auch die nicht poröſen Arten der Kohle zu Kohlenſäure, obwohl ſchwieriger, weil ſie wegen ihres größeren Leitungsvermögens nicht ſo leicht die Verbrennungstemperatur behalten. Dahin gehört namentlich die natürlich vorkommende, kryſtalliniſche Kohle, oder der Graphit. Dieſer bildet graue, metalliſch ausſehende, ſich weich anfühlende Blättchen, welche auf Papier abfärben und, mit Ausnahme der nur der poröſen Kohle zukommenden Eigenthümlichkeiten, mit der Kohle im Uebrigen vollkommen übereinſtimmen. Der Graphit wird zur Darſtellung von Bleiſtiften und, mit Thon gemiſcht, von Schmelztiegeln benutzt.

Auch der Diamant iſt reiner Kohlenſtoff; es beweiſt ſich dies nicht allein durch die Unlöslichkeit, Unſchmelzbarkeit und Nichtflüchtigkeit, die er mit der gewöhnlichen Kohle gemein hat, ſondern auch dadurch, daß er, in Sauerſtoff verbrannt, ohne einen Rückſtand zu laſſen, zu Kohlenſäure wird, kenntlich an den uns ſchon bekannten Eigenſchaften,

insbesondere an der Gasgestalt und dem weißen Niederschlag, den sie mit Kalkwasser giebt.

Der Diamant, sollte man glauben, müßte demnach wohl aus Kohlenstoff dargestellt werden können, indem er sich von demselben nur durch seine Krystallisation unterscheidet. Es ist aber bisher noch nicht geglückt, den Kohlenstoff durch Lösung oder Schmelzung flüssig zu erhalten. Ja es scheint sogar, als ob, wenn das letztere gelänge, man doch keinen Diamant erhalten würde, da der Diamant in sehr hoher Temperatur (ohne Zutritt von Sauerstoff) in einen Zustand übergeht, in welchem er den blasigen Kohks gleicht.

Der Diamant ist der härteste aller Körper; er findet sich an wenigen Stellen der Erde in Gestalt von Octaedern (derselben Form, worin der Alaun krystallisirt) oder davon abgeleiteten Krystallformen, lose in aufgeschwemmtem Lande und wird durch Auswaschen desselben daraus erhalten. Er zeigt meist eine rauhe Oberfläche und gebogene Flächen; seine aus diesem Grunde gekrümmten Kanten haben die Eigenschaft, Glas nicht allein zu ritzen (wie alle Körper, welche härter sind als dasselbe), sondern es sogar zu schneiden, d. h. eine so tiefe Furche hinein zu ziehen, daß es nach derselben leicht bricht. Der Diamant muß, damit er den Glanz, die Durchsichtigkeit und das Lichtbrechungsvermögen im höchsten Grade zeigt, weshalb er so berühmt und geschätzt ist, nach bestimmten Regeln geschliffen werden; diese Arbeit kann nur mittelst Diamantpulver vorgenommen werden, welches durch Zerkleinern im Stahlmörser von Diamantsplittern oder unbrauchbaren kleinen Diamanten erhalten wird. Um die Arbeit abzukürzen, benutzt man die Spaltbarkeit, welche alle krystallisirten Körper zeigen, und welche erlaubt, die natürlichen Krystalle in bestimmten, ihrer Form entsprechenden Richtungen mittelst Meißel und Hammer zu zertheilen. Erst wenn auf diese Weise die beabsichtigte Gestalt annäherungsweise erreicht ist, beginnt das eigentliche Schleifen. Die Benutzung des Diamanten ist allzubekannt, als daß ich nöthig hätte, noch weiter darauf einzugehen.

Die Kohle verbrennt nicht allein im freien Sauerstoff, sondern sie entzieht denselben in der Glühhitze auch vielen Verbindungen, namentlich den Metalloxyden; sie wirkt als Reductionsmittel und ist selbst eines der kräftigsten, die bekannt sind. In der Glühhitze zersetzt die Kohle selbst das Wasser: der Wasserstoff scheidet sich frei aus und der Kohlenstoff tritt mit dem Sauerstoff zusammen, jedoch nicht zu Kohlensäure, sondern zu einer sauerstoffärmeren Verbindung, dem Kohlenoxyd, wovon weiter unten.

Der Kohlenstoff kommt demnach in drei verschiedenen Formen (auch Modificationen genannt) in der Natur vor:

1) farblos, äußerst hart, in Octaedern krystallisirt: Diamant;

2) grau, weich, in anderer Geſtalt kryſtalliſirt, oder nur kryſtalliniſch, abfärbend: Graphit;

3) formlos, als Beſtandtheil aller organiſchen Körper, nach deren Verkohlung in verſchiedener Geſtalt zurückbleibend, ſtets ſchwarz, weich, nicht kryſtalliniſch: Thierkohle, Pflanzenkohle.

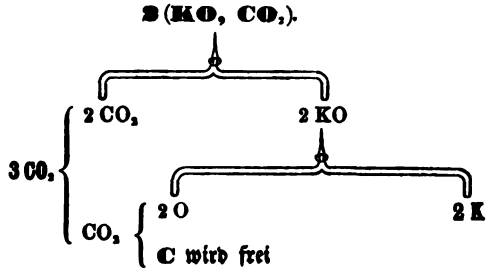
Ganz allgemeine Eigenſchaften dieſer drei Formen ſind: die Unmöglichkeit, in flüſſige oder Gas-Geſtalt gebracht zu werden, die Unveränderlichkeit in gewöhnlicher Temperatur, die Brennbarkeit — zu Kohlenſäure — in der Glühhitze.

Nach dieſer allgemeinen Betrachtung des Kohlenſtoffs ſind wir im Stande, weiter im Studium derjenigen ſeiner Verbindungen fortzufahren, welche uns ſchon eine Zeit lang beſchäftigt hat; auf die anderen kommen wir dann hiernach zurück.

Wir haben die Kohlenſäure als eine Luftart, den Kohlenſtoff dagegen als einen feuerbeſtändigen Körper kennen gelernt und es fällt dem mit chemiſchen Erſcheinungen nicht Vertrauten recht ſchwer, zu begreifen, wie der letztere in der erſteren enthalten ſein könnte. Du wirſt zwar weniger Anſtoß daran nehmen, denn du haſt ſchon oft erfahren, wie die urſprünglichen Eigenſchaften der Körper in ihren Verbindungen ganz verloren gehen und vielmehr ganz fremde und oft gar widerſprechende auftreten. Indeſſen iſt es doch von großem Intereſſe, einen Verſuch anzuſtellen, welcher aus der Kohlenſäure rückwärts wieder Kohle erzeugt. Du bedarfſt dazu eines Stückchens Kaliums; ich nehme an, daß du noch etwas davon übrig haſt und daß dein Apparat zur Entwickelung von Kohlenſäure noch in Ordnung iſt.

Nun fülle einen kleinen Kolben mit Kohlenſäure; da aber kein Waſſer in demſelben ſein darf, ſo geſchieht dieſes Anfüllen am beſten in derſelben Weiſe, wie wir die Gläſer mit Chlor gefüllt haben; da nämlich die Kohlenſäure viel ſchwerer als die Luft iſt, ſo brauchſt du nur das Gasableitungsrohr bis auf den Grund des Kolbens reichen und eine Zeit lang die Entwickelung dauern zu laſſen, bis etwa ein feuchtes blaues Lackmuspapier an der Mündung des Kolbens geröthet wird. Nun wirf ein kleines, etwa erbſengroßes Stück Kalium, nachdem es gut abgetrocknet und von der umgebenden Rinde befreit worden, in den Kolben, verſchließe dieſen mit einem Kork, der der ganzen Länge nach eine eingefeilte Furche enthält, damit er nicht dicht ſchließe, und erhitze das Kalium ſo lange, bis es ſchmilzt und unter Feuererſcheinung die Kohlenſäure zerſetzt. Nach dem Erkalten wirſt du an der Stelle, wo das Kalium ſich befand, einen ſchwarzen Fleck von abgeſchiedener Kohle finden.

Es entzieht nämlich das Kalium der Kohlensäure den Sauerstoff; es entsteht Kali, welches sich mit einem unzersetzten Antheil Kohlensäure verbindet, und Kohle wird abgeschieden, etwa nach folgendem Schema:



oder nach der Gleichung:

$$2\,K + 3\,CO_2 = 2\,(KO,\,CO_2) + C.$$

Wenn du nach einiger Zeit Waſſer in den Kolben gießeſt, ſo wirſt du dich an der alkaliſchen Reaction und dem Aufbrauſen der erhaltenen Löſung mit Säure überzeugen können, daß in der That kohlenſaures Kali gebildet worden. Nur muß dann, um die Zerſetzung des Waſſers durch das übrig gebliebene Kalium zu vermeiden, im Anfang des Experimentes eine ſehr geringe Menge dieſes Metalles angewendet werden.

Dieſer intereſſante Verſuch zeigt alſo direct die Gegenwart des Kohlenſtoffes in der Kohlenſäure; die Quantitäten der beiden Elemente, welche in dieſer letzteren mit einander verbunden ſind, folgen aus den genaueſten Unterſuchungen, welche man über die Menge Kohlenſäure angeſtellt hat, die ein gewogenes Stück Diamant beim Verbrennen in reinem Sauerſtoff liefert; man findet dann, daß ſich 8 Theile Sauerſtoff mit 3 Theilen Kohlenſtoff verbinden; da aber andere Gründe die Chemiker beſtimmt haben, das Atomgewicht der Kohle zu 6 anzunehmen, ſo folgt daraus die Formel der Kohlenſäure (6 Kohle und 16 Sauerſtoff) CO_2, wie oben angegeben.

Wir betrachten hiernach die Eigenſchaften der Kohlenſäure etwas genauer; doch davon im nächſten Briefe.

41. Brief.

Vervollſtändigung der Kenntniß der Kohlenſäure. Experimente mit derſelben. Wirkung des Kohlenſäuregehaltes der Luft. Löslichkeit der Luft im Waſſer; Verhältniß der darin enthaltenen Kohlenſäure. Verſchiedene Arten des Waſſers: Regen-, Quell-, Flußwaſſer. Mineralquellen.

Wir haben zunächſt noch zwei Eigenſchaften der Kohlenſäure kennen zu lernen, nämlich ihre Unfähigkeit, die Verbrennung zu unterhalten, und ihre Schwere.

Das Kalium iſt zwar im Stande, der Kohlenſäure den Sauerſtoff zu entziehen, zum Beweiſe, daß bei gewöhnlicher Temperatur ſeine Affinität dazu größer iſt, als die des Kohlenſtoffes, und eben ſo verhalten ſich noch einige ähnliche Metalle; allein andere Körper verlöſchen, wenn ſie brennend in die Kohlenſäure gebracht werden, ſofort. Der Verſuch iſt mit einer über Waſſer ſchnell mit unſerer Luftart angefüllten Flaſche und einem an einem Draht befeſtigten Wachsſtöckchen leicht anzuſtellen. Dabei iſt die Flaſche aufrecht mit der Mündung nach oben auf den Tiſch zu ſtellen, in welcher Stellung das Gas nicht entweicht, ſo daß der Verſuch öfter wiederholt werden kann. Er beweiſt zugleich, daß die Kohlenſäure nicht brennbar iſt. Daraus folgt auch, weil der Athmungsproceß ein Verbrennungsproceß iſt, daß die Kohlenſäure nicht athembar iſt. Kannſt du ein kleines Thier, etwa eine Maus, haben, die du in eine mit Kohlenſäure gefüllte Flaſche mit weitem Halſe bringſt, ſo wirſt du es ſofort ſterben ſehen. Allein es iſt die Kohlenſäure nicht nur dadurch ſchädlich, daß ſie den Athmungsproceß wegen Mangels von freiem Sauerſtoff nicht unterhalten kann: ſie wirkt auch noch außerdem wie ein ſchwaches narcotiſches Gift, indem ſich beim längeren Einathmen von Luft, die nur 1 oder 2 Procent davon enthält, ſchon nachtheilige Einflüſſe auf die Geſundheit zeigen.

Das Verlöſchen von brennenden Körpern wird uns ſogleich dazu dienen, die Schwere der Kohlenſäure nachzuweiſen. Schon die einfache Thatſache, daß ein Gefäß, damit gefüllt, längere Zeit offen ſtehen kann

ehe ein brennender Körper darin weiter brennt, während er in einem umgekehrt gehaltenen Gefäß ſchon nach kurzer Zeit nicht mehr verliſcht, beweiſt, daß die Kohlenſäure viel ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft iſt. Deshalb kannſt du ſie auch aus einem Gefäß in ein anderes gießen, wobei beide ſo zu halten ſind, als ob du eine Flüſſigkeit ausgießen wollteſt. Ein brennendes Papier oder Wachskerzchen wird dann in dem oberen Gefäße weiter brennen, in dem unteren verlöſchen. Dieſe Eigenſchaft kann wie bei Chlor dazu benutzt werden, die Kohlenſäure ohne Beihülfe des dieſelbe zum Theil auflöſenden Waſſers aufzufangen, und ich empfehle dir für die folgenden Verſuche dieſe Methode an. Dieſe, welche die genannten Thatſachen erläutern ſollen, will ich ohne eine weitere nunmehr überflüſſige Erklärung hier kurz angeben; du wirſt ſie beſtimmt mit vielem Vergnügen anſtellen, und es iſt nur nicht zu vergeſſen, daß die Gasentwickelungsflaſche von Zeit zu Zeit ausgeleert werden muß.

In ein großes Cylinderglas voll Kohlenſäure tauche ein kleineres an einem Faden hängendes wie einen Eimer in einen Brunnen und ziehe dieſes wieder heraus — die Flamme wird darin verlöſchen.

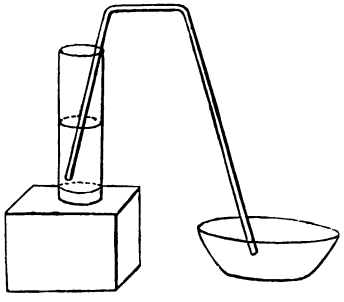
Ueber eine brennende Kerze gieße die Kohlenſäure aus einer weithalſigen Flaſche — ſie wird durch das herabfallende Gas verlöſchen.

Kalkwaſſer, in einem Glas enthalten, in welches Kohlenſäure gegoſſen wird, überzieht ſich ſofort mit einem weißen Häutchen.

Ein mit Kohlenſäure gefülltes Glas wird durch ſorgfältiges Eintauchen eines anderen etwas kleineren bis zur Mitte und behutſames Wiederherausziehen deſſelben halb geleert, enthält dann im unteren Theil Kohlenſäure, im oberen Luft, wie ein brennender Span es leicht nachweiſt.

In ein mit Kohlenſäuregas gefülltes Bierglas wird mittelſt einer Trichterröhre behutſam etwa die Hälfte Waſſer gegoſſen und dieſes dann durch einen Heber (Fig. 127) wieder entfernt, der, wenn er die gezeichnete Form hat und vollgeſogen iſt, alles Waſſer ausfließen läßt. Nunmehr findet man das Glas halb mit Luft, halb mit Kohlenſäure gefüllt.

Fig. 127.



Das hübſcheſte Experiment iſt aber folgendes: Auf den Boden eines weiten Cylinderglaſes lege eine Pappſcheibe, auf welche in einem Kreis, der etwa gleichweit vom Rande und von der Mitte entfernt iſt, einige Wachsſtockſtöckchen von verſchiedener Länge aufgeklebt ſind, zünde dieſe an und leite einen ſtarken Strom Kohlenſäure auf den Boden des

Glaſes: zuerſt verliſcht das niedrigſte, dann das etwas höhere Licht u. ſ. w. bis zum höchſten.

Das ſpecifiſche Gewicht der Kohlenſäure beträgt 1,525. Es erklärt ſich daraus, warum ſie an denjenigen Orten, wo ſie ſich aus der Erde entwickelt, beſonders die unteren Schichten der Luft erfüllt und ſich nur ſehr langſam mit der Atmoſphäre vermiſcht.

Beim Athmen wird durch die Verbrennung des Kohlenſtoffes der Speiſen ebenfalls Kohlenſäure entwickelt. Die aus dem Munde geblaſene Luft trübt daher Kalkwaſſer, in welches man ſie mittelſt einer Glasröhre leitet. Daſſelbe geſchieht beim Brennen aller unſerer Beleuchtungsmaterialien; ich habe ſchon öfter erwähnt, daß alle organiſchen Körper Kohlenſtoff enthalten; ſie müſſen alſo auch beim Verbrennen Kohlenſäure liefern. Wenn es nöthig ſein ſollte, dich davon auch durch den Verſuch zu überzeugen, ſo brauchſt du nur eine Kerze in einem großen Glaſe eine Zeit lang brennen zu laſſen und hierauf die darin enthaltene Luft mit etwas Kalkwaſſer zu unterſuchen. Da nun in Anbetracht der überaus großen Anzahl athmender Geſchöpfe, brennender Oefen und Lampen auf der ganzen Erde eine ungeheuere Menge dieſer Luftart fortwährend erzeugt werden muß, ſo wirſt du wohl fragen, wie es kommt, daß im Laufe der Zeiten nicht aller Sauerſtoff verbraucht und eine unathembare Luft entſtanden iſt. Wenn in der Natur nicht eine andere Thätigkeit beſtünde, welche, dieſer das Gleichgewicht haltend, die gebildete Kohlenſäure wieder dadurch entfernte, daß ſie daraus den Kohlenſtoff abſchiede und den Sauerſtoff frei machte, ſo würde es freilich ſchlimm um unſere Atmoſphäre und unſer Leben ausſehen. Aber eine ſolche Thätigkeit zeigen die Pflanzen: ſie eignen ſich den Kohlenſtoffgehalt der Kohlenſäure an, um ihn zu ihrem Wachsthum zu verwenden, und hauchen deren Sauerſtoff wieder aus. Auf dieſe Weiſe bleibt der Kohlenſäuregehalt der Luft ſtets auf einem Punkte, der nur ſehr geringe Schwankungen zeigt. Er beträgt nämlich zwiſchen 4 und 6 Zehntauſendſteln oder $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{1000}$ Procent, eine Menge, welche zwar immerhin ausreicht, um die chemiſchen Wirkungen der Kohlenſäure im Haushalte der Natur nicht als verſchwindend anſehen zu laſſen, die aber dennoch erlaubt, bei der Betrachtung der Luft im Ganzen dieſe als nur aus Sauerſtoff und Stickſtoff als den weſentlichen Beſtandtheilen gemiſcht anzuſehen. Die ſtets gleiche Zuſammenſetzung derſelben, und die nie und an keiner Stelle vermehrte oder verminderte Menge des einen oder des anderen Beſtandtheils iſt eine Folge der ſich einander aufhebenden Wirkungen der Thier- und der Pflanzenwelt und des Vermögens der Gaſe, ſich in jedem Raume möglichſt auszubreiten, derſelbe mag von einer anderen Gasart erfüllt ſein, oder nicht. Der Kohlenſäuregehalt der Luft ſchwankt allerdings je nach Umſtänden etwas, weil dieſe Luftart durch ihre größere Schwere eine

geringere Beweglichkeit beſitzt, allein es bleiben dieſe Schwankungen ſtets zwiſchen den angegebenen Grenzen.

Die Gegenwart der Kohlenſäure in der Luft kann leicht dadurch dargethan werden, daß man Kalkmilch offen hinſtellt: es wird ſich ſehr bald ein Häutchen von kohlenſaurem Kalk darauf gebildet haben; durchbricht man dieſes, ſo ſinkt es zu Boden und eine neue Menge Kalk wird der Luft in Löſung dargeboten; man kann auf dieſe Weiſe ſämmtlichen Kalk in einer Löſung, ja auch noch den ungelöſten in der Kalkmilch, in kohlenſauren umwandeln.

Dieſelbe oder doch eine ſehr ähnliche Wirkung übt der Kohlenſäuregehalt der Luft auf den ihr in Geſtalt von Mörtel dargebotenen Kalk aus. Es wird nämlich das Kalkhydrat allmälig durch die Kohlenſäure der Luft in eine Verbindung von kohlenſaurem Kalk mit Kalkhydrat, ſogenannten baſiſch-kohlenſauren Kalk umgewandelt, die um ſo feſter iſt, je mehr kohlenſauren Kalk ſie enthält, und um ſo mehr Kohlenſäure enthält, je länger ſie an der Luft liegt. Daher kommt es, daß diejenigen Mauern am feſteſten ſind, die am längſten ſtehen (um ſo mehr, als ſchlechte Mauern ohnehin nicht lange halten), weil ſie am meiſten Kohlenſäure aufſaugen konnten. Nie wird alles Waſſer des Kalkhydrats ausgetrieben, denn in den älteſten Mauern hat man noch Kalkhydrat gefunden.

Warum man Sand zum Kalke ſetzen muß, liegt nicht etwa in einer chemiſchen Verbindung des Sandes mit dem Kalke, ſondern in der Eigenſchaft des Kalkes, nach ſeiner Verbindung mit Kohlenſäure nur in dünnen Schichten zu binden, weshalb man ihn in lauter dünnen Schichten zwiſchen die Sandkörner vertheilen muß. Außerdem wird dadurch das Hinzutreten der Kohlenſäure ermöglicht.

Die Feuchtigkeit, welche friſche Mauern abgeben, rührt alſo zwar anfangs von dem mechaniſch beigemengten Waſſer, ſpäter aber von dem chemiſch gebundenen her, welches durch die Kohlenſäure vertrieben wird. Wenn demnach das erſtere entfernt iſt, ſo kann man das völlige Austrocknen der Mauern nicht durch Wärme, ſondern durch größere Kohlenſäureentwickelung beſchleunigen. Daher werden ſelbſt gut ausgetrocknete Häuſer beim Bewohnen nochmals feucht, und man ſollte vorher eine große Kohlenſäuremenge in den Zimmern — durch Verbrennung von Kohlen in offenen Oefen — vornehmen, ehe man das Geſchäft der Bildung der genannten Verbindung derjenigen Kohlenſäure überläßt, die beim Athmen ſich entwickelt!

Ich kann dieſen Gegenſtand nicht verlaſſen, ohne dich auf die Mittel aufmerkſam zu machen, Kohlenſäure aus Kellern, Brunnen u. ſ. w. zu entfernen, in welchen ſie ſich angeſammelt hat und in welche Menſchen ſich begeben ſollen. Ihre Gegenwart erkennt man am Verlöſchen eines

eingehaltenen Lichtes, und am natürlichſten ſcheint es wohl, friſch ausgeglühte, alſo glühend in den Raum gebrachte Kohlen anzuwenden, die nach dem Verlöſchen die Kohlenſäure aufnehmen, worauf ſie wieder glühend gemacht werden u. ſ. w.; auch kann man einen Luftzug durch Ventilation, Abbrennen von Schießpulver u. ſ. w. bewirken; Kalkhydrat abſorbirt am beſten das Gas, wenn es ſich in dem eigenthümlichen feuchten Zuſtand befindet, in welchen es durch Vermiſchen mit Glauberſalz kommt; bei engen hohen Räumen, wie Brunnen u. ſ. w., leiſtet ein großer Eimer, oder ein geſchloſſen hinabgelaſſener Regenſchirm, den man dann offen wieder herauszieht, gute Dienſte.

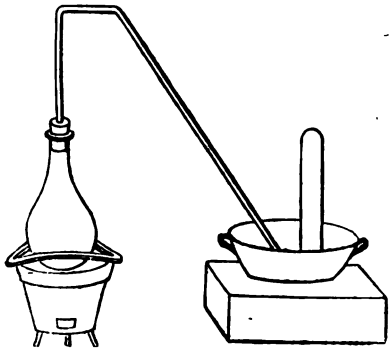
Die Kohlenſäure kann bei einem hohen Druck auch die flüſſige Geſtalt annehmen; pumpt man in eine ſtarke eiſerne Flaſche bei 0° 36 mal ſo viel Kohlenſäure, als ſie unter gewöhnlichen Umſtänden enthalten kann, ſo iſt das Gas darin auf $\frac{1}{36}$ ſeines Volumens zuſammengedrückt, oder befindet ſich unter einem Druck von 36 Atmoſphären. Es beginnt dann, ſich zu verdichten, und bei weiterem Einpumpen von Kohlenſäure erhält man eine farbloſe dünne Flüſſigkeit, welche an der Luft durch ihre eigene Verdunſtung ſo viel Kälte erzeugt, daß der nicht verdunſtete Theil zu feſter Kohlenſäure wird, die ein dem Schnee gleichendes Anſehen hat. Dieſe bringt durch ihre Verdampfung eine Erniedrigung der Temperatur bis auf — 78° und ſogar unter beſonderen Umſtänden auf — 100° hervor, weshalb ſie benutzt wird, um die Wirkung ſehr niedriger Temperaturen auf verſchiedene Körper zu unterſuchen.

Ueber die Löslichkeit der Kohlenſäure im Waſſer werde ich ſpäter — bei der Beſprechung ihrer techniſchen Anwendung — dir noch mehr ſagen. Für jetzt haben wir uns ſchon zu lange bei dieſem allerdings ſehr intereſſanten Kapitel aufgehalten und es bleibt uns noch gar mancherlei zu erfahren.

Ein Verſuch möge dieſe Betrachtung beſchließen, welcher dir die Löslichkeit der atmoſphäriſchen Luft in Waſſer, wie wir dieſe nunmehr haben kennen gelernt, nachweiſen ſoll; wir konnten ihn nicht früher anſtellen, weil du, als wir von der Luft ſprachen, die Eigenſchaften der Kohlenſäure noch nicht kannteſt.

Fülle einen Kolben mit friſchem Brunnenwaſſer bis zum Rande an; ſtelle einen gut paſſenden Kork mit einer paſſenden Röhre her, die nicht über die innere Fläche des Korkes hervorragen darf (ſiehe die folgende Figur), und fülle dieſe ebenfalls — durch Anſaugen — mit Waſſer, dann drücke den Kork in den Kolben, ſo daß das überſchüſſige Waſſer durch die Röhre ausfließt und der ganze Apparat mit Waſſer gefüllt iſt. Dann ſtelle ihn auf, wie die beiſtehende Fig. 128 (ſiehe die folgende Seite) zeigt, laſſe die Röhre in die pneumatiſche Wanne mit warmem Waſſer münden und ſtelle über die Mündung der Röhre eine mit

Fig. 128.



warmem Waſſer gefüllte Reagenzröhre. Dann erhitze den Kolben recht behutſam; wenn das Waſſer warm wird, werden ſich Gasblaſen entwickeln, die ſich namentlich bei ſteigender Temperatur in der Röhre anſammeln; ſchließlich muß durch den Dampf des kochenden Waſſers alle entwickelte Luft aus dem Apparate verjagt und in die Röhre gedrängt werden. Wenn das Kochen etwa eine Minute gedauert hat, ſo nimm den Kolben vom Feuer, laſſe die pneumatiſche Wanne nebſt Inhalt erkalten und ſuche mittlerweile unter deinen Flaſchen eine von ſolcher Größe aus, daß ſie ungefähr das angeſammelte Gas aufnehmen kann. In dieſe fülle daſſelbe unter Waſſer über, und bringe dann ein Stückchen kauſtiſches Kali in die Flaſche, die dann ſchnell verſtopft wird. Wenn du ſie nun nach einiger Zeit wieder unter Waſſer öffneſt, ſo wirſt du an dem ziemlich ſtarken Einſteigen des Waſſers bemerken, daß eine gewiſſe Menge Kohlenſäure in der aus dem Waſſer entwickelten Luft enthalten und folglich im Waſſer gelöſt geweſen war. Der Reſt iſt Stickſtoff und Sauerſtoff — ein brennender Körper wird eine Zeit lang darin fortbrennen.

Wenn du das Volumen des Waſſers mit dem der gewonnenen Luft, und dieſes mit dem nach der Abſorption der Kohlenſäure übrig gebliebenen vergleichſt, wirſt du daraus das Verhältniß der im Waſſer gelöſten Luft und des Antheils, welchen die Kohlenſäure daran hatte, ermeſſen können. Die Löslichkeit der letzteren iſt ſo viel größer, als die der Luft, daß ſie einen viel größeren Bruchtheil der gelöſten, als der atmoſphäriſchen Luft ausmacht.

Die Löslichkeit der Luft und ihrer gasförmigen Beimengungen im Waſſer iſt die Urſache, daß das Waſſer, ehe es deſtillirt wird, in einem offenen Gefäße zum Sieden erhitzt werden muß, ehe man den Apparat zur Verdichtung des Dampfes anwenden darf.

Die Auflöſung der Kohlenſäure in Waſſer und die dadurch verurſachte Fähigkeit des Waſſers, kohlenſauren Kalk aufzulöſen, iſt es vorzüglich, welche die Verſchiedenheit deſſelben je nach der Art ſeines Vorkommens bedingt. Das Waſſer, welches als Regen oder Schnee niederfällt, iſt das reinſte der natürlichen Waſſerarten. Erſteres enthält zu Anfang des Regens zwar die in der Atmoſphäre ſuspendirt geweſenen Staubtheilchen u. ſ. w., ſpäter jedoch iſt es frei davon und enthält dann

nur Kohlensäure und einige andere flüchtige Verbindungen, die in Folge verschiedener Processe in der Natur in die Luft gelangen. Da dieselben beim Gefrieren des Wassers sich ausscheiden, so ist der Schnee das reinste Wasser, und Schneewasser enthält sogar, wenn es nicht zu lange an der Luft gestanden hat, keine Luft gelöst.

Wenn die atmosphärischen Wasser in die Erde eindringen und als Quellen daraus wieder hervorkommen, so haben sie vermöge ihres Kohlensäuregehaltes Gelegenheit, die in der Erde befindlichen Kohlensäure- und anderen Verbindungen aufzulösen, und die Quellen enthalten daher je nach den Bestandtheilen der Erdarten, die sie durchflossen haben, verschiedene Mengen mineralischer Bestandtheile. Derjenige, welcher am häufigsten vorkommt und die übrigen meistentheils auch an Menge übertrifft, ist der kohlensaure Kalk. Er ertheilt dem Wasser die Eigenschaften, die als „Härte" bekannt sind und die hauptsächlich darin sich kund geben, daß es die Seife zu einer unlöslichen Verbindung zersetzt und also unwirksam macht. Gemeinschaftlich mit der Kohlensäure ertheilt der Kalk dem Wasser auch den erfrischenden und kräftigen Geschmack. Alle Mittel, welche die Kohlensäure entfernen, entziehen dem Wasser auch seinen Kalkgehalt. Wenn daher kalkhaltiges Wasser lange an der Luft steht, so wird es von dem sich abscheidenden kohlensauren Kalk trübe; schneller geschieht dies, wenn es zum Sieden erhitzt wird; gießt man es dann von dem abgesetzten Niederschlage ab, so erhält man vollkommen kalkfreies, also „weiches" Wasser, welches nunmehr zum Waschen u. s. w. vollkommen tauglich ist. Dasselbe wird noch schneller durch einen geringen Zusatz von Soda erreicht; diese nimmt die freie Kohlensäure unter Bildung von zweifach kohlensaurem Natron weg und der seines Lösungsmittels beraubte kohlensaure Kalk fällt als flockig-weißer Niederschlag aus. Dieses einfache Mittel ist in den Haushaltungen oft von großem Vortheil; die Menge der anzuwendenden Soda ist in allen Fällen so gering, daß dieser Zusatz, selbst wenn ein Ueberschuß angewendet würde, von keinem nachtheiligen Einfluß sein kann.

Du wirst dich leicht durch ein paar Versuche von dem Gesagten überzeugen können: der weiße Niederschlag, welchen du beim Kochen des Quellwassers erhältst, wird beim Einleiten von Kohlensäure bald wieder verschwinden; er ist es hauptsächlich, der den Kesselstein bildet, welcher in Gestalt steiniger Krusten den Boden der Gefäße überzieht, worin oftmals Wasser gekocht wird. Du kannst nun verstehen, warum es dazu nicht erforderlich ist, daß das Wasser zur Trockne verdampft, sondern nur, daß es zum Sieden erhitzt werde.

Das Quellwasser läßt auf seinem weiteren Laufe nach den größeren Bächen und Flüssen aus der angegebenen Ursache seinen Gehalt an kohlensaurem Kalk zum größten Theile fallen; daher ist das Flußwasser

reiner als das Quellwaſſer, ſtets fade von Geſchmack und von weicher Beſchaffenheit; es ſteht alſo in Bezug auf ſeine Reinheit zwiſchen dem Regen- und dem Quellwaſſer.

Es giebt allerdings auch manche Quellen, die nur ſehr wenig gelöſte Beſtandtheile enthalten und alſo dem chemiſch reinen Waſſer nahe ſtehen; andere führen deren aber auch deſto mehr mit ſich, und die ſogenannten Mineralquellen, welche ſich meiſtens durch einen größeren Gehalt gewiſſer Beſtandtheile auszeichnen, ſind damit zum Theil in ſehr bedeutender Menge verſehen, ſo daß z. B. die Karlsbader Quellen jährlich über 130,000 Centner kohlenſaures Natron und 200,000 Centner Glauberſalz zu Tage fördern.

Freilich iſt dies eins der auffallendſten Beiſpiele, doch iſt es weit entfernt davon, allein zu ſtehen.

Mich hier weiter auf die Natur und Entſtehung der Quellen einzulaſſen und von dem Unterſchiede der einzelnen Mineralwaſſer zu ſprechen, mußt du mir ſchon erlaſſen; es würde mich dieſes allzuweit von meinem eigentlichen Thema ablenken, und du findeſt darüber ſo viel in anderen Schriften, daß du, unter Zugrundelegung deiner bereits erworbenen chemiſchen Kenntniſſe, hiermit bis zu einem ganz ſpeciellen Studium vollkommen ausreichen wirſt.

An Materialien für die nächſten Verſuche verſchaffe dir: 4 Loth Kleeſäure, 8 Loth Bleichkalk, 4 Loth Chlorcalcium (bekannter unter dem Namen ſalzſaurer Kalk).

---

42. Brief.

Kohlenoxyd; Darſtellung und Eigenſchaften; Reduction der Metalloxyde durch daſſelbe. Kohlenſäureſalze. Darſtellung des kauſtiſchen Kali's. — Unterchlorigſaurer Kalk und Zerſetzung deſſelben durch Kohlenſäure. Chlorcalcium.

Der Kohlenſtoff bildet mit dem Sauerſtoff noch eine zweite Verbindung,

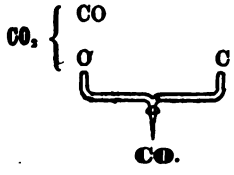
das Kohlenoxyd CO,

in welchem ein Atom Kohlenſtoff mit einem Atom Sauerſtoff verbunden iſt. Es iſt zur Entſtehung des Kohlenoxydes alſo weniger Sauerſtoff erforderlich, als zu der der Kohlenſäure, und wenn dieſe daher beim Verbrennen von wenig Kohle in Gegenwart von viel Sauerſtoff entſteht, ſo bildet ſich jenes beim Verbrennen von viel Kohle in wenig Sauerſtoff, ja wenn Kohlenſäure bereits gebildet worden iſt und mit glühenden Kohlen in Berührung kommt, ſo giebt ſie hiervon wieder ſo viel Sauerſtoff ab, daß ſie wieder zu Kohlenoxyd wird, während auch die Kohle durch den Sauerſtoff der Kohlenſäure zu Kohlenoxyd verbrennt, denn

$$CO_2 - O = CO$$

und $CO_2 + C = CO + CO$

nämlich



Daſſelbe gilt auch von einer anderen Entſtehungsweiſe des Kohlenoxydes: Wenn nämlich Waſſerdampf mit glühender Kohle zuſammenkommt, ſo bildet ſich Waſſerſtoff und Kohlenoxyd ($C + HO = CO + H$). Dieſes Verhalten des Waſſerdampfes, mit Kohle zwei brennbare Gaſe

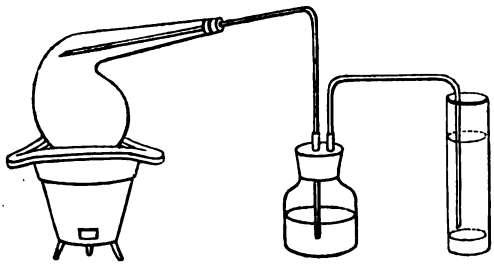
zu liefern, iſt die Urſache, weshalb Waſſer, in geringer Menge auf ſehr lebhaft brennende Körper gebracht, eher die Verbrennung und die Hitze vermehrt als vermindert. Man hat dieſe Zerſetzung auch zur Darſtellung brennbarer Gaſe anzuwenden verſucht, und es iſt vielleicht die Zeit nicht ferne, wo man dieſen Weg zu manchen techniſchen Zwecken benutzen wird.

Wenn auch das Kohlenoxyd aus Kohle oder Kohlenſäure unſchwer darzuſtellen iſt, ſo kann ich dir doch nicht zu dieſem Verſuche rathen, weil das erlangte Reſultat nicht der aufgewandten Mühe entſpricht. Du ſollſt auch gleich erfahren, welche gewöhnliche Erſcheinungen eben ſo viel beweiſen. Wir aber wollen eine andere Darſtellungsweiſe dieſes Gaſes kennen lernen: Es giebt eine in das Reich der organiſchen Chemie gehörende dritte Verbindung des Kohlenſtoffes mit dem Sauerſtoff, welche den Namen Oxal- oder Kleeſäure trägt und deren Zuſammenſetzung genau in der Mitte zwiſchen Kohlenoxyd und Kohlenſäure ſteht. Die Oxalſäure enthält nämlich auf 1 Aequivalent Kohle 1½ Aequivalent Sauerſtoff, oder auf 2 Aequivalente C 3 O; ihre Formel iſt alſo

$$C_2O_3.$$

Sie kommt in der Natur fertig gebildet vor und kann auch künſtlich durch Oxydationsproceſſe aus manchen organiſchen Körpern, z. B. aus Zucker erhalten werden. Sie iſt dann ſtets mit 3 Aequivalenten Waſſer verbunden, hat alſo die Formel $C_2O_3 + 3\,HO$; beim Erhitzen verliert ſie 2 Atome Waſſer und hat dann die Formel $C_2O_3 + HO$; das letzte Waſſeratom iſt aber ſo ſtark gebunden, daß es ſich nur durch Vertretung durch eine Baſis austreiben läßt, weshalb die Formel vielleicht beſſer C_2O_4H geſchrieben würde, wo das Atom Waſſerſtoff durch ein Metall vertretbar zu denken iſt. Mit Schwefelſäure übergoſſen giebt ſie an dieſe die Elemente von 1 Atom Waſſer ab, es müßte alſo $C_2O_4H - HO = C_2O_3$ übrig bleiben, wenn C_2O_3 überhaupt exiſtiren könnte. Allein dies iſt nicht der Fall, ſondern es entſteht ſtatt deſſen $CO + CO_2$ (welches ja zuſammen C_2O_3 giebt) und man erhält demnach beim Erhitzen von Kleeſäure mit Schwefelſäure Kohlenoxyd und Kohlenſäure. Um nun aus dieſem Gasgemiſch das Kohlenoxyd abzuſcheiden, braucht man nur demſelben einen Stoff zu bieten, der ſich leicht mit der Kohlenſäure verbindet. Wir leiten alſo das Gasgemiſch durch Kalkmilch, welche du noch in hinreichender Menge haben wirſt. Der Apparat (Fig. 129, ſiehe die folgende Seite) giebt alſo, wenn die Retorte mit Kleeſäure und ihrem 5fachen Gewicht Schwefelſäure und die Waſchflaſche mit Kalkmilch beſchickt iſt, beim Erhitzen Kohlenoxyd; dabei iſt nicht zu überſehen, daß ſich in dem Kolben ein Gemenge von beiden Gaſen befindet und erſt die letzte Röhre Kohlenoxyd giebt, mit welcher in der pneumatiſchen Wanne einige Gasflaſchen zu füllen ſind. D

Fig. 129



wirſt es mir nicht verargen, wenn ich dich auch bei dieſer Gelegenheit daran erinnere, daß vor der Benutzung des Apparates derſelbe mit großer Sorgfalt auf ſeine Dichtigkeit geprüft werden muß. Ehe die Gasentwickelung in gutem Gange iſt, iſt die Waſchflaſche mit Kalkmilch wiederholt umzuſchütteln, weil ſich ſonſt die Röhre leicht durch den abgeſetzten Kalk verſtopft.

Du wirſt nun bemerken, daß das Kohlenoxyd ein farb- und geruchloſes Gas iſt, welches ſich entzünden läßt und mit ſchön hellblauer Flamme verbrennt — wozu? Du kannſt leicht denken, daß ſich Kohlenſäure bildet, wofür der Beweis unſchwer zu führen iſt, weshalb ich dir denſelben überlaſſe.

Das Kohlenoxydgas iſt in Waſſer ſehr wenig löslich, etwas leichter als die Luft, verbindet ſich weder mit Baſen noch mit Säuren und iſt alſo ein indifferenter Körper; man giebt an, es wirke auf den Organismus giftig ein.

Auf Metalloxyde wirkt das Kohlenoxyd reducirend, indem es ſich mit deren Sauerſtoff zu Kohlenſäure verbindet; die Reductionen, welche im Großen zur Darſtellung der Metalle aus ihren Oxyden vorgenommen werden, ſind hauptſächlich Wirkungen des Kohlenoxydes.

Wenn man Kohlen oder kohlenſtoffhaltige organiſche Körper in geſchloſſenen Räumen, z. B. bei mangelndem Zug im Ofen, verbrennt, ſo entwickelt ſich ein Gemiſch von Kohlenſäure und Kohlenoxyd, welchem man die tödtlichen Wirkungen zuſchreibt, die unter dieſen Umſtänden beobachtet worden ſind.

Wenn Kohlen in etwas dichten Schichten verbrennen, ſo bildet ſich an der Stelle, wo die Luft hinzutritt, allerdings Kohlenſäure, dieſe aber iſt hiernach genöthigt, durch eine Schicht glühender Kohlen hindurchzuſtreichen und verwandelt ſich auf dieſem Wege in Kohlenoxydgas. Wenn dieſes nun glühend an die Luft tritt, ſo verbrennt es mit bläulicher Flamme. Hierin iſt die Urſache zu ſehen, weshalb die reinen Holzkohlen, ſelbſt wenn ſie bei ſtarkem Luftzug verbrannt werden, mit blauer Flamme brennen, während doch beim directen Verbrennen der Kohle zu Kohlenſäure keine Flamme gebildet wird.

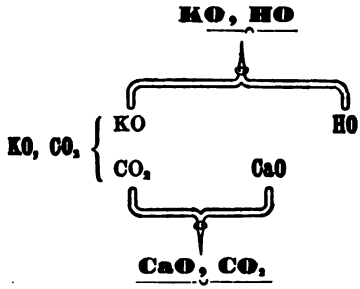
Haſt du Luſt, die reducirenden Wirkungen des Kohlenoxydes zu beobachten, ſo wirſt du dazu an den Apparat zu deſſen Entwickelung noch

eine Waschflasche mit Schwefelsäure und dann eine Kugelröhre ansetzen, die eine von den am leichtesten zu reducirenden Oxyden enthält; dazu eignen sich besonders Bleioxyd, Zinnoxyd. Die Bildung der Kohlensäure wird einfach durch Einleiten des erhaltenen Gases in Kalkwasser erkannt.

Ich komme nun auf die Verbindungen der Kohlensäure mit Basen zurück. Die Eigenschaften des kohlensauren Kali's und des kohlensauren Natrons sind dir schon größtentheils aus dem Vorhergehenden bekannt und ich brauche nur noch Weniges hinzuzufügen. In der Hitze schmelzen beide Salze und verdampfen in der Weißglühhitze unzersetzt. Beim Glühen mit Kohle wird sowohl das Kali oder Natron, als auch die Kohlensäure durch die Kohle reducirt und aus den Oxyden die Metalle, aus der Kohlensäure Kohlenoxyd erhalten. Da die beiden Metalle flüchtig sind, so benutzt man dieses Verhalten zur Darstellung derselben. Man glüht nämlich eigens dargestellte innige Gemenge von kohlensaurem Kali oder Natron und Kohle in eisernen Destillationsgefäßen aufs heftigste; es entweichen dann verschiedene Producte und unter anderen, wie gesagt, Kohlenoxyd und Kalium oder Natrium; diese Metalle werden dann condensirt und unter Steinöl aufgefangen. Das Nähere dieses Verfahrens, wobei sehr verwickelte und eigenthümliche Substanzen auftreten (namentlich in Folge der Einwirkung der Metalle auf das Kohlenoxyd), will ich hier nicht weiter erörtern; es wird dir das Gesagte zum Verständniß desselben im Allgemeinen genügen; ich wende mich daher zum Verhalten des kohlensauren Kali's.

Löse einige Loth kohlensaures Kali in ihrem 10fachen Gewicht Wasser auf, oder verdünne eine Lösung von Potasche in wenig Wasser ungefähr bis auf diesen Punkt. Erhitze diese Lösung in einem reinen eisernen Kessel zum Sieden und setze dann ½ Theile Kalk, der mittlerweile zum gleichförmigen dünnen Breie gelöscht worden, nach und nach zu, während das Ganze fortwährend kocht. Dann nimm den Topf vom Feuer, lasse den Inhalt sich durch Absitzen klären und nimm mittelst einer eingetauchten und dann mit dem Finger verschlossenen Röhre (S. 208) einige Tropfen von der klaren Flüssigkeit, um zu sehen, ob sie mit verdünnter Salzsäure noch braust; sollte dies der Fall sein, so müßte noch etwas Kalk zugesetzt werden, bis die Lösung kein kohlensaures

Kali mehr enthält; die klar abgeschiedene und sorgfältig in eine Flasche mit eingeriebenem und mit Fett bestrichenem Stöpsel abgegossene Flüssigkeit ist eine Lösung von kaustischem Kali. Der Rückstand ist natürlich kohlensaurer Kalk. Die Zersetzung ist, abgesehen vom Wasser des Kalkes:



oder:

$$KO, CO_2 + CaO + HO = CaO, CO_2 + KO, HO.$$

Obwohl das Kali in der Regel eine stärkere Basis ist, als der Kalk, so entzieht in diesem Falle dennoch dieser dem Kali die Kohlensäure, und zwar geschieht dies in Folge der Unlöslichkeit der so entstehenden Verbindung, während alle anderen gegenwärtigen Stoffe löslich sind, was selbst, wenn auch nur in geringem Maße, vom Kalke gilt.

Es hat sich nämlich die allgemeine Regel in allen ähnlichen Fällen bestätigt gefunden, daß bei Vermischung mehrerer löslicher Körper allemal diejenige gegenseitige Zersetzung eintritt, welche die Bildung eines unlöslichen Körpers möglich macht, so daß dann diejenigen der vorhandenen Bestandtheile zusammentreten, die sich zusammen als unauflösliche Verbindung ausscheiden können.

Es läßt sich diese allgemeine Regel, die wir schon mehreremale (wo?) bestätigt gefunden haben, auch so ausdrücken, daß diejenige Affinität, welche zwischen den Bestandtheilen einer unlöslichen Verbindung stattfindet, stärker ist, als die, welche die Bestandtheile einer löslichen Verbindung zusammenhält. Es gilt dies jedoch nicht für solche Fälle, wo einer der Bestandtheile, welcher frei werden kann, flüchtig ist, denn alsdann entweicht derselbe jedenfalls, wie es z. B. bei der Zersetzung des unlöslichen kohlensauren Kalkes durch Salzsäure zu löslichem Chlorcalcium und flüchtiger Kohlensäure der Fall ist.

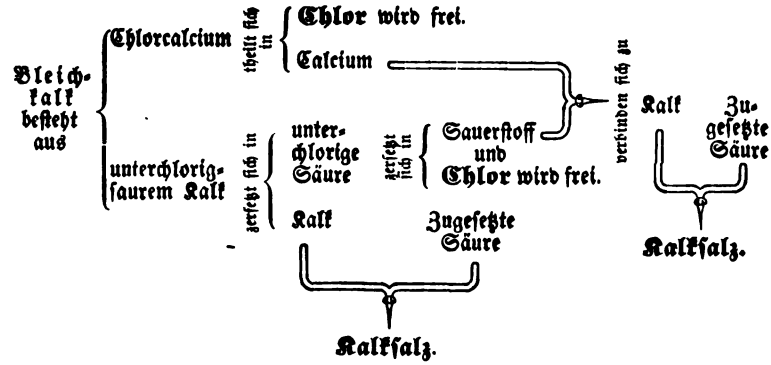
Das kaustische Kali des Handels wird gerade so dargestellt, wie du es so eben gethan hast; nur dampft man die kaustische Lauge erst in

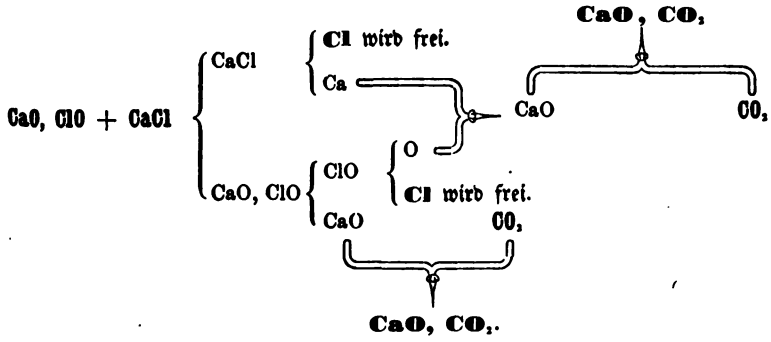
eisernen, dann in silbernen Kesseln so lange ein, bis sie in glühenden Fluß geräth, worauf man die Masse endlich in Formen oder auf eine Platte ausgießt und erstarren läßt. Ihre Eigenschaften sind dir von früherher und durch die vielfach damit angestellten Experimente hinreichend bekannt. Was von dem kaustischen Kali gilt, gilt auch unter geringen Abänderungen vom kaustischen Natron.

Bei dem Chlor und seinen Oxydationsstufen habe ich dir gesagt, daß die Verbindung der unterchlorigen Säuren mit dem Kali eine sehr geringe Anwendung im Vergleich zu der mit einer anderen Basis erleide. Diese ist der Kalk, und es werden jährlich ungeheuere Massen unterchlorigsauren Kalkes zum Zwecke des Bleichens dargestellt. Es geschieht durch Hinüberleitung von Chlor über Kalkhydrat, unter Vermeidung von einem Ueberschusse dieses Gases und von Erhitzung. Die dabei stattfindende Zersetzung ist derjenigen bei Darstellung des Kalisalzes entsprechend, und ich verweise dich auf das damals Mitgetheilte. Man setzt die Absorption des Chlors nicht bis zu Ende fort, und erhält also immer nur ein Gemisch von Chlorcalcium, unterchlorigsaurem Kalk und Kalkhydrat, welches den Namen Chlorkalk oder Bleichkalk trägt. Hierbei ist der letztere Gemengtheil werthlos, nicht so der erstere.

Allerdings wirkt bei alleiniger Anwendung des Bleichkalkes nur der unterchlorigsaure Kalk; wenn man aber außerdem noch eine Säure zusetzt, so tritt eine Zersetzung ein, in deren Folge auch das Chlor des Chlorcalciums zur Wirkung kommt. Es wird nämlich, unter Bildung des entsprechenden Kalksalzes, die unterchlorige Säure frei gemacht; sie zerfällt aber sofort in Sauerstoff und Chlor; letzterer wird frei und ersterer geht an das Calcium des Chlorcalciums, worauf sich der entstandene Kalk mit der Säure ebenfalls verbindet, während auch das Chlor des Calciums frei wird. Du siehst also, daß in Folge der Anwendung von Säure und der Zersetzung der unterchlorigen Säure alles Chlor frei wird, mithin durch seine Bleichkraft wirken kann.

Selbst die schwache Kohlensäure wirkt in dieser Weise, und wenn man daher Bleichkalk an der Luft stehen läßt, so erhält man endlich nur kohlensauren Kalk, während alles Chlor frei geworden ist; deshalb wendet man den Chlorkalk zur Zerstörung von Miasmen und Krankheitsstoffen in Zimmern an. Die angeführte Zersetzung wird aus folgendem Schema deutlich werden, in welchem ich als zersetzende Säure beispielsweise die Kohlensäure gewählt habe, obwohl jede andere eben so wirkt:





Formel : $CaO, ClO + CaCl + 2\,CO_2 = 2\,(CaO,CO_2) + 2\,Cl.$

Du kannſt dir leicht die Bleichkraft des Chlorkalkes anſchaulich machen; dazu nimm Blauholz- oder Indigotinctur oder auch bedruckte Baumwolle; wenn du letztere erſt in verdünnte Salzſäure und dann in verdünnte Chlorkalklöſung bringſt, ſo iſt die Wirkung deſſelben am ſtärkſten.

Weshalb man bei der Darſtellung des Bleichkalkes die Anwendung von Wärme ſorgfältig vermeiden muß, geht daraus hervor, daß der Chlorkalk beim Erhitzen (dieſer Verſuch iſt anzuſtellen!) Sauerſtoff entwickelt und ſich in ein Gemiſch von Chlorcalcium und chlorſaurem Kalk verwandelt. Die Erklärung des Proceſſes und die Darſtellung durch ein Schema überlaſſe ich deinem fleißigen Nachdenken und ſchreibe nur die Gleichung her, die den ganzen Vorgang vorſtellt :

$9\,CaCl + 9\,CaO, ClO = 12\,O + 17\,CaCl + CaO, ClO_5.$

Das im Vorhergehenden mehrfach erwähnte Chlorcalcium CaCl kann im reinen Zuſtande durch Abdampfen der bei der Darſtellung der

Kohlenſäure mittelſt Salzſäure erhaltenen Löſung dargeſtellt werden. Außerdem wird es noch in einigen anderen Fällen als Nebenproduct erzeugt. Aus der concentrirten Löſung ſcheiden ſich Kryſtalle von der Zuſammenſetzung CaCl + 6 HO ab, die an der Luft unter Waſſeranziehung zerfließen. Beim Vermiſchen mit Schnee geben ſie eine Temperaturerniedrigung bis zu 45° unter dem Gefrierpunkt. Beim ſtarken Erhitzen verliert es 4 Aequivalente Waſſer und wird zur poröſen Maſſe, die durch die Begierde ausgezeichnet iſt, mit der ſie Waſſer aufnimmt, weshalb ſie zum Austrocknen von Gaſen vielfach angewandt wird. Erſt in der Glühhitze verliert es den Reſt des Waſſers und ſchmilzt.

43. Brief.

Kohlenſäureſalze; kohlenſaures Eiſenoxydul; kohlenſaures Zinkoxyd; kohlenſaures Bleioxyd, Bleiweiß. Doppelt kohlenſaures Natron und Kali. Künſtliche und natürliche Säuerlinge. Löslichkeitsverhältniſſe der Kohlenſäure.

Ich habe nun noch die übrigen Kohlenſäureſalze hier anzuführen, ſofern dieſelben einige Wichtigkeit oder Intereſſe darbieten, und dann von der Anwendung der Kohlenſäure einige Worte zu reden.

Das kohlenſaure Eiſenoxydul FeO, CO_2 kommt in der Natur als Spatheiſenſtein oder Stahlſtein vor. Beim Erhitzen hinterläßt er unter Entwickelung von Kohlenſäure und Kohlenoxyd Eiſenoxydoxydul. Künſtlich läßt er ſich zwar augenblicklich erhalten, aber nicht rein darſtellen.

Das kohlenſaure Zinkoxyd kommt in der Natur als Galmei vor und iſt eins der wichtigſten Zinkerze. Bei der Zerſetzung eines Zinkſalzes mit kohlenſaurem Alkali wird nicht ein neutrales Salz, ſondern eine baſiſche Verbindung als weißer Niederſchlag gefällt [$2(ZnO, CO_2) + 3(ZnO, HO)$].

Das kohlenſaure Kupferoxyd wird in Verbindung mit Kupferoxydhydrat beim Ausfällen eines Kupferoxydſalzes mit kohlenſaurem Alkali als hellblauer Niederſchlag erhalten, der nach einiger Zeit in ein grünes Pulver ſich verwandelt, welches beim Kochen zu ſchwarzem Kupferoxyd wird. In der Natur kommt eine ähnliche Verbindung als Malachit, und eine andere, nach anderem Verhältniß zuſammengeſetzt, als Kupferlaſur vor.

Das kohlenſaure Bleioxyd findet ſich in der Natur als Weißbleierz in ſchönen, ſtark glänzenden Kryſtallen. Künſtlich wird es durch doppelte Zerſetzung erhalten. Im Großen wird ein baſiſches Salz auf verſchiedene Weiſe dargeſtellt, welches als Farbe eine ſehr bedeutende Anwendung findet, obwohl es bei weitem beſſer wäre, wenn daſſelbe

durch das Zinkweiß vollständig verdrängt würde, das zwar theurer und von etwas geringerer Deckkraft ist, dagegen durch seine Unschädlichkeit und die Unveränderlichkeit seiner Weiße sich auszeichnet, während die Fabrikation des Bleiweißes zu den nachtheiligsten gehört und diese Farbe sehr leicht selbst durch die in der Luft enthaltenen Ausdünstungen ihre Reinheit verliert.

Die verschiedenen Methoden der Bleiweiß-Fabrikation liefern Producte von verschiedener Zusammensetzung, kommen aber alle darauf hinaus, daß basisch essigsaures Bleioxyd durch Kohlensäure zersetzt wird. Bezeichnen wir die Essigsäure, welche eine organische Säure ist, mit $\bar{A}$, so ist die Formel des neutralen essigsauren Bleioxydes $PbO, \bar{A}$, die des basischen, welches beim Behandeln des neutralen mit Bleioxyd entsteht, $3\,PbO, \bar{A}$. Beim Zutritt von Kohlensäure wird nun hieraus das Bleioxyd größtentheils ausgefällt, und zwar als basisch kohlensaures Bleioxyd [wie z. B. $2\,(PbO, CO_2) + PbO, HO$] und es bleibt neutrales Salz und etwas freie Säure übrig, welche wieder zur Bildung von basischen Salzen verwendet werden können.

Auf diesem Verhalten beruht die eine der im Großen angewandten Methoden, die im Wesentlichen mit der Darstellung Präp. XLIV übereinstimmt.

Basisch essigsaures Bleioxyd entsteht auch, wenn Essigsäure oder Dämpfe derselben auf Blei in Gegenwart von Luft, namentlich bei etwas erhöhter Temperatur, einwirken. Hierauf beruht die holländische Bleiweißfabrikation: man stellt steinerne Töpfe mit Essig und Bleiplatten in Misthaufen; durch die Gährung wird die zum Verdampfen des Essigs nöthige Temperatur und zugleich die Kohlensäure geliefert, so daß hier alle Bedingungen vereinigt sind, um so mehr, als die einmal vorhandene, wenn auch geringe Menge Essigsäure lange ausreicht, weil das gebildete Salz gleich wieder zersetzt und somit die Säure wieder frei wird.

Das Abklopfen des Bleiweißes von den Bleiplatten ist es hierbei namentlich, welche die Gesundheit der Arbeiter gefährdet.

Sowohl das kohlensaure Natron als auch das kohlensaure Kali absorbiren, wenn man sie mit Kohlensäure in Berührung bringt, von derselben noch ein weiteres Atom, und bilden so das zweifach kohlensaure Kali und Natron. Das doppelt kohlensaure Natron z. B., $NaO, HO, 2\,CO_2$, kannst du sehr leicht darstellen durch Einleiten von Kohlensäure in ein Gefäß, an dessen Boden sich eine concentrirte Lösung von Soda, oder auch etwas angefeuchtete Soda-Krystalle befinden. Das Gefäß, in welches die Gasleitungsröhre bis nahe über den Spiegel der Flüssigkeit reichen soll, muß eine weite Mündung haben und diese, wenn auch unvollkommen, mit Papier dicht bedeckt sein. Die Absorption erfolgt sehr schnell und

die sich absetzenden Krystalle des sauren Salzes würden die Gasleitungsröhre verstopfen, wenn sie bis *in* die Flüssigkeit reichte.

Man stellt dieses Salz im Großen unter Benutzung der aus der Erde an vielen Orten entströmenden, so wie der bei der Gährung sich bildenden Kohlensäure dar; dabei ist zu berücksichtigen, daß das neutrale Salz zehn, das saure ein Aequivalent Wasser enthält und daß also bei Anwendung von Krystallen neun Aequivalente Wasser austreten, die in Gestalt einer concentrirten Lösung ausfließen, weshalb die Apparate zum Abtropfenlassen und Auffammeln derselben eingerichtet sein müssen.

Das doppelt kohlensaure Natron wird zur Darstellung kohlensäurehaltiger Getränke in großer Menge angewandt, weil es bei weitem mehr Kohlensäure enthält als das einfache Salz. Die Säure, welche man zur Zersetzung des Salzes anwendet, ist alsdann eine feste Säure, welche nicht eher einwirkt, als bis Wasser hinzutritt, so daß man den Beginn der Gasentwickelung völlig in der Hand hat. Da von den Mineralsäuren keine im trockenen Zustande bewahrt werden kann, so ist man schon hierdurch auf die organischen Säuren angewiesen, wenn nicht schon die Schädlichkeit und Stärke der unorganischen dieselben verwerfen ließe. Unter den organischen Säuren wird durch die Rücksicht auf Billigkeit und Unschädlichkeit die Weinsteinsäure, die dir schon von früher her bekannt ist, als die brauchbarste bestimmt; obwohl für manche Fälle, wo ein höherer Wohlgeschmack erzielt werden soll, die Citronensäure den Vorzug verdient.

Wenn kohlensäurehaltige Getränke *fabrikmäßig* bereitet werden sollen, bedient man sich dagegen des kohlensauren Kalkes oder der kohlensauren Magnesia, oder des Gemenges von beiden und einer starken Säure, um die Kohlensäure darzustellen, da hier wegen der Anwendung anderer Apparate die genannten Rücksichten wegfallen. Eine nähere Beschreibung des üblichen Verfahrens mußt du mir erlassen, da es eine zu specielle Auseinandersetzung bedingen würde.

Wenn man zum Gebrauche im Kleinen ein kohlensäurehaltiges Getränk bereiten will, so kommt es entweder nur darauf an, augenblicklich dasselbe in geringer Menge zu erhalten, ohne daß der Genuß des weinsteinsauren Natrons nachtheilig wirkte, oder man beabsichtigt, einen kleinen Vorrath von Wasser herzustellen, welcher eine sehr große Menge Kohlensäure und keins der zugesetzten oder entstehenden Salze enthält.

Im ersteren Falle mischt man das doppelt kohlensaure Natron und die Weinsteinsäure ($C_4H_3O_6$) im Verhältnisse ihrer Atomgewichte und übergießt das feingepulverte Gemisch (Brausepulver) im Momente, wo man trinken will, mit Wasser, worauf die Einwirkung sofort beginnt und unter heftigem Aufschäumen schnell verläuft.

Im zweiten Falle wendet man besondere Apparate an, welche aus zwei Theilen bestehen. In dem einen befindet sich das Wasser, welches mit Kohlensäure imprägnirt werden soll, im anderen das Gemisch der beiden Substanzen. Der Apparat ist so eingerichtet, daß die Gasentwickelung in einem beliebigen Momente eingeleitet werden kann und daß alsdann die Kohlensäure nur den einzigen Ausweg in das anzusäuernde Wasser hat, indem der Apparat übrigens gasdicht geschlossen ist. Man hat sowohl steinerne als gläserne „Gaskrüge". Die letzteren haben folgende Einrichtung (Fig. 130): A ist eine Glaskugel, die bei a offen

Fig. 130.

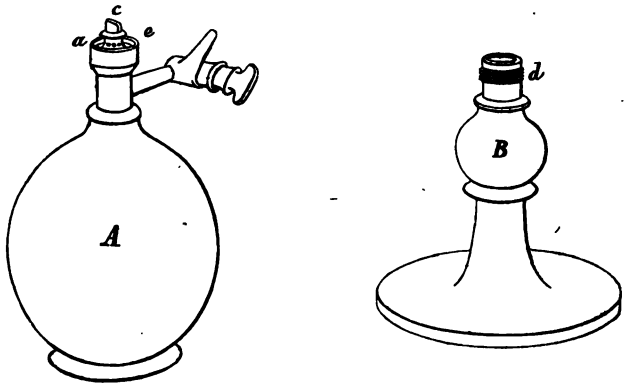


Fig. 131.

ist und nur durch das eingeschraubte Röhrchen c mit durchlöchertem Boden (welches bei Fig. 131 c vergrößert abgebildet ist) verschlossen wird. Wenn die Glaskugel mit Wasser gefüllt und dieses Röhrchen eingeschraubt ist, so läuft auch beim Umkehren nichts aus, weil das Gefäß dann oben geschlossen und die untere Oeffnung zu klein ist.

In die untere Glaskugel B, auf welche die obere mittelst der Schraube d und der Mutter e gasdicht aufgesetzt werden kann, kommt das Gemisch des kohlensauren Natrons und der Weinsteinsäure, worauf man die große Kugel fest aufsetzt. Erst beim Neigen fließt Wasser auf das Gemisch und die Kohlensäure steigt in das Wasser, um sich darin aufzulösen. Man

Im nächſten Briefe werde ich die Verbindungen des Kohlenſtoffes mit Waſſerſtoff beſprechen.

An Materialien für die nächſten Verſuche haſt du einen kleinen Vorrath von Schwefelſäure, etwas Spiritus (etwa 4—8 Loth) und eine geringe Menge Steinöl nöthig.

---

z. B. weißt, daß sich kohlensaurer Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser auflöst; dasselbe gilt vom kohlensauren Eisenoxydul, von der Magnesia und von vielen anderen Stoffen. Dadurch erhalten die Säuerlinge noch eine größere Wirksamkeit auf den menschlichen Organismus, als das reine kohlensäurehaltige Wasser schon besitzt. Diese äußert sich vielfach als Heilkraft, und man stellt daher auch mittelst der Sauerwasserträger solche Mineralwasser dar, indem man dem Wasser vor dem Imprägniren mit Kohlensäure die nothwendigen Substanzen in demjenigen Verhältnisse und derjenigen Menge zusetzt, wie sie die Analyse des nachzuahmenden Mineralwassers für die zu behandelnde Wassermenge ergeben hat.

Natürlich haben diese künstlichen Sauer- und Mineralwasser, eben so wie diejenigen, welche fabrikmäßig dargestellt werden, genau dieselbe Wirkung, wie die natürlichen, wenn sie nur genau nach guten Analysen derselben zusammengesetzt werden; was man von Brunnengeist und einem flüchtigen Princip u. s. w. fabelt, ist alles eitel Unsinn. Das Verhältniß zwischen dem Natronsalz und der Weinsteinsäure bleibt natürlich immer dasselbe; es ist das ihrer Atomgewichte; aber ihre Menge wechselt selbst für jeden Krug, je nach der Quantität Kohlensäure, welche man dem Wasser imprägniren will. Für einen gewöhnlichen Krug von einem Inhalt von etwa 1½ Flasche ist 2 Loth doppelt kohlensaures Natron und 1¾ Loth Weinsteinsäure eine Menge, welche ein vollkommen starkes und stark mousstrendes Wasser liefert, ohne den Krug in die Gefahr des Springens zu versetzen.

Die steinernen Krüge sind zwar dauerhafter, allein sie sind schwer rein zu erhalten, weil bei ihnen die feinen Löcher in der Scheidewand der beiden Gefäße angebracht sind, die unbeweglich ist und aus Steinzeug besteht; auch ist es unbequem, daß man die Menge des noch vorhandenen Wassers nicht beobachten kann.

Später werde ich dir an einigen Beispielen zeigen, wie man die Menge der anzuwendenden Substanzen auch hier durch Rechnung finden kann.

Warum man zu der Kohlensäure-Entwickelung für das Sauerwasser doppelt kohlensaures Natron und nicht das Kali-Salz anwendet, folgt aus der Eigenschaft des weinsteinsauren Kali's, welche du bei Präp. XI, Br. 8, kennen gelernt hast; dasselbe ist nämlich so schwer löslich, daß es in der geringen Quantität des zugesetzten Wassers unaufgelöst bleiben und die vollständige Zersetzung hindern würde. Das weinsteinsaure Natron ist dagegen auflöslich und scheidet sich nicht ab, weshalb es die Zersetzung weiter nicht stört.

Im nächsten Briefe werde ich die Verbindungen des Kohlenstoffes mit Wasserstoff besprechen.

An Materialien für die nächsten Versuche hast du einen kleinen Vorrath von Schwefelsäure, etwas Spiritus (etwa 4—8 Loth) und eine geringe Menge Steinöl nöthig.

---

44. Brief.

Kohlenwasserstoff. Sumpfgas; Davy'sche Lampe; ölbildendes Gas; Nachweisung des Kohlenstoffs darin. Theorie der leuchtenden und nicht leuchtenden Flamme.

Kohlenstoff und Wasserstoff verbinden sich zu sehr vielen verschiedenen Körpern; diese gehören jedoch fast alle der organischen Chemie an, und ich werde dir daher nur diejenigen zwei vorführen, welche der unorganischen Chemie zugerechnet zu werden pflegen. Die eine dieser Verbindungen ist das

Sumpfgas
CH_2

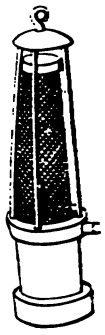
oder das leichte Kohlenwasserstoffgas, oder der Kohlenwasserstoff mit dem Minimum des Kohlengehaltes; denn die andere Verbindung hat die Formel CH, d. h. sie enthält auf 2 Atome Wasserstoff auch 2 Atome Kohlenstoff, oder sie zeigt das Maximum des Kohlenstoffgehaltes.

Wie schon der Name es ausdrückt, zeigt sich das Sumpfgas in Sümpfen, d. h. es wird beim Faulen von Pflanzenstoffen unter Wasser gebildet. Hast du ein stehendes Wasser, Sumpf, Moor oder dergleichen in deiner Nähe, so brauchst du nur eine große Flasche mit Wasser zu füllen, mit einem weiten Trichter zu versehen und umgekehrt in das Wasser zu halten, während du den Schlamm am Boden des Moors umrührst, um Gasblasen in der Flasche aufzufangen, deren Hauptbestandtheil der in Rede stehende Kohlenwasserstoff ausmacht; die damit vermischte Kohlensäure läßt sich leicht dadurch entfernen, daß du das Gas unter dem Wasser der pneumatischen Wanne in eine andere Flasche umfüllst, welche Kalkmilch enthält.

Du wirst dich hiernach leicht überzeugen, daß das Sumpfgas ein
bloses (und geruchloses) Gas ist, welches, angezündet, mit einer wenig
ichtenden, gelblichen Flamme zu Wasser und Kohlensäure verbrennt.

Eine andere Methode, das Gas zu erhalten, kann ich dir nicht
ipfehlen, da es zwar in vielen Processen als Product auftritt, aber
nn stets mit so viel anderen Gasen gemischt ist, daß seine Reindar-
llung sehr schwierig wird. Es entwickelt sich unter anderen bei der
ockenen Destillation des Holzes und der Steinkohlen und macht daher
nen Hauptbestandtheil des Steinkohlengases aus. Da die Steinkohlen
lbst durch einen Proceß aus Holz entstanden sind, in dem hauptsächlich
e Feuchtigkeit, Wärme und der Druck einen Einfluß ausgeübt haben,
enthalten die Steinkohlenlager bisweilen große Mengen dieses Gases
Höhlungen eingeschlossen, die, wenn sie sich mit der Grubenluft
ischen, ein leicht entzündliches und explosives Gemenge bilden, welches
rch seine Explosionen in Folge der Anzündung durch die Gruben-
mpen der Bergleute die größten Unglücke veranlassen kann. Zur Ver-
eidung dieser Entzündung hat Davy die Lampen mit einem Draht-
cylinder umgeben; diese Davy'schen Sicherheits-
lampen (Fig. 132) sind jetzt in Steinkohlengruben
allgemein im Gebrauche. Die Thatsache, daß, wenn sich
der Raum innerhalb des Siebes mit dem entzündlichen
Gase anfüllt, dieses zwar an der Lampe zu brennen an-
fängt, die Entzündung sich aber nicht durch das Sieb
nach außen fortzupflanzen vermag, ist dadurch begründet,
daß Metall überhaupt und namentlich in Gestalt von
feinen Geflechten die Wärme so stark ableitet, daß andere
Körper, die damit in Berührung sind, sich nicht stark er-
hitzen können. Zwei Experimente werden dir dieses be-
weisen:

Fig. 132.

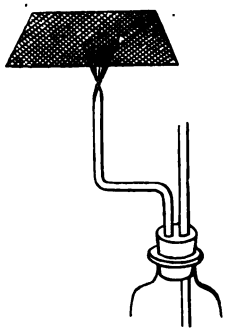


Um eine Metallröhre, oder irgend einen blank me-
tallenen Gegenstand lege glatt ein Stück Papier und halte dieses in die
Flamme einer Kerze: das Papier, durch die Berührung mit dem Metall
vor starker Erhitzung geschützt, wird zwar vom Ruße schwarz werden,
aber sich weder entzünden, noch sogar verkohlen; ja man kann auf eine
Metallplatte, die ganz glatt mit Papier überzogen ist, mehrere glühende
Kohlen legen, ohne es zu beschädigen.

Eine Wasserstoffentwickelungsflasche versieh mit einer senkrecht auf-
steigenden, in eine Spitze ausgezogenen Röhre und lasse die Gasentwicke-
lung so lange darin dauern, bis du sicher sein kannst, daß keine Luft
mehr in der Flasche enthalten ist; dann halte ein Stück eines messingenen
Drahtsiebes ein paar Zimmer über die Oeffnung des Ausströmungsrohres
und entzünde das durch dasselbe strömende Gas [illegible]

es wird sich die Flamme nicht durch dieses fortsetzen, sondern nur oberhalb des Siebes weiterbrennen. Du kannst das Sieb allmälig weiter in die Höhe führen, und so die Flamme endlich ganz verschwinden sehen, ohne daß die Entzündung durchschlüge, es sei denn, daß das Sieb endlich heftig glühend geworden wäre. Auch die Flamme, durch Anzünden unterhalb des Siebes entstanden, schlägt nur dann durch, wenn der Strom des Gases sie mit großer Heftigkeit durchtreibt (Fig. 133).

Fig. 133.



Diese Experimente lassen sich noch auf mancherlei Weise abändern, doch glaube ich, daß sie ausreichen werden, um die Wirkungsweise eines der wohlthätigsten Instrumente zu zeigen, welches je zum Heile der Menschheit erfunden worden ist.

Der zweite der Kohlenwasserstoffe, den wir näher betrachten wollen, ist das

ölbildende Gas
CH

auch Leuchtgas, Oelgas, Steinkohlengas, Kohlenwasserstoff im Maximum genannt. Es läßt sich ziemlich leicht in fast reiner Gestalt folgendermaßen darstellen:

In einen Kolben, der dadurch etwa zur Hälfte gefüllt werden soll, bringe ein Maßtheil Spiritus und drei Maßtheile Schwefelsäure, und dann so viel Sand, daß das Ganze eine fast compakte Masse bildet (1). Nun verbinde den Kolben mit einer Waschflasche, die Kalkmilch enthält, und setze an diese eine Gasableitungsröhre, die in die pneumatische Wanne mündet. Dann erhitze den Kolben im Sandbad auf Kohlenfeuer oder auf der Berzeliuslampe ziemlich stark. Das entweichende Gas, in einer Flasche aufgesammelt, zeigt sich als farbloses Gas — über seinen Geruch kann man bei der Beimischung geringer Mengen einiger anderer Körper kein Urtheil fällen —, welches angezündet mit außerordentlicher Helle brennt; um dieses recht anschaulich zu machen, hast du nach Aufsammlung von 2 oder 3 Flaschen voll Gas das Ableitungsrohr durch ein nach oben gebogenes und in eine Spitze ausgezogenes zu ersetzen.

(1) Der Zusatz des Sandes geschieht, um die Masse am Aufsteigen und Aufschäumen zu hindern, wodurch man genöthigt würde, den Proceß frühzeitig zu unterbrechen.

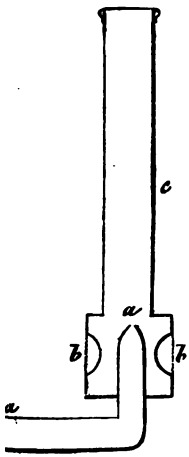
angezündet, wird das Gas in Geſtalt einer mehr oder weniger
n und ſchmalen, blendend hellen Zunge brennen, genau ſo und
r noch, als die Flamme der einfachen Lochbrenner bei der Gas-
htung. Dieſe Flamme eignet ſich ſehr gut zur Wiederholung der
imente über die Wirkſamkeit der Siebe (1); verbindeſt du dieſe
mit verſchiedenen Gasbrennern, ſo wirſt du dieſelben Flammen
en, wie ſie ſich gewöhnlich bei dieſen zeigen, nur weit weißer und

Die Zerſetzung des Weingeiſtes, welche das ölbildende Gas liefert,
t in einem Zerfallen deſſelben in Waſſer und Kohlenwaſſerſtoff;
ſammenſetzung des Weingeiſtes wird ausgedrückt durch die Formel
O_2; ziehſt du hiervon 2 Aequivalente Waſſer ab, ſo bleibt $C_4H_6O_2$
$_2O_2 = C_4H_4$, d. h. 4 Aequivalente Kohlenwaſſerſtoff; es iſt alſo
$O_2 = 2\,HO + 4\,CH$. Dieſe Zerſetzung wird durch die Schwefel-
veranlaßt, ohne daß ſie ſelbſt daran Theil nimmt; man findet
nverändert noch nach dem Verſuche. Nur treten noch einige andere
ergeordnete Einwirkungen auf, bei denen dieſe Säure mit in die
tzung übergeht.

Das Product der Verbrennung iſt, wie leicht nachzuweiſen, Kohlen-
und Waſſer.

(1) Hierauf beruht die Einrichtung der Gasheizungslampen, welche ich dir im erſten Theile — Br. 18 — beſchrieben habe. Bei denſelben miſcht ſich das Gas unterhalb des Siebes mit ſo viel Luft, daß es oberhalb deſſelben raſch und vollkommen und ohne zu rußen verbrennt. Das Zurückſchlagen der Flamme zu dem Brenner wird durch das Metallſieb verhindert. — Seit ich jenen Brief geſchrieben, iſt mir eine andere Einrichtung der Gasheizungslampen bekannt geworden, die ich dir, der Einfachheit der Conſtruction wegen, hier mittheilen will: Fig. 134 zeigt den Durchſchnitt der Lampe: a iſt ein gewöhnlicher Brenner mit einem oder mehreren Löchern; darüber iſt ein viereckiges Meſſingſtück geſetzt, welches mit mehreren Löchern b verſehen iſt, durch welche Luft zuſtrömen kann, die ſich in der aufgeſetzten Metallröhre c mit dem Leuchtgaſe miſcht, um dann an der oberen Oeffnung eine blaue Flamme zu bilden. Durch die Erhitzung der Röhre wird der Zug ſo ſtark, daß das Zurückſchlagen der Flamme vollkommen vermieden wird. Natürlich müſſen dazu die Verhältniſſe der Zeichnung beibehalten werden und die Zugöffnungen etwas *unter* der Brenneröffnung angebracht ſein.

Fig. 134.



Es ist dieser Kohlenwasserstoff ein wesentliches und seiner Wichtigkeit, obwohl bei weitem nicht seiner Quantität nach das bedeutendste Product, welches bei der trockenen Destillation der Steinkohlen, des Oeles, des Holzes u. s. w. auftritt. Es findet sich dann gemischt namentlich mit dem vorhin genannten Kohlenwasserstoffgas. Da jenes nicht leuchtet, dieses aber ein helles Licht verbreitet, so erkennst du leicht, daß das gewöhnliche Leuchtgas nur dieser Verbindung seine Leuchtkraft verdankt. Um den Proceß des Leuchtgases im Kleinen nachzuahmen, nimmt man am einfachsten ein nicht zu langes Flintenrohr, das an einem Ende gasdicht vernietet ist, füllt dasselbe lose mit Steinkohlenstückchen und bringt in das andere mittelst eines Korkes eine etwas weite Glasröhre, die in eine Vorlage oder Waschflasche führt, deren Boden sie aber nicht berührt. Letztere ist möglichst kühl zu halten; aus ihr leitet ein feines Glasrohr das Gas ab. Der Flintenlauf wird in einem Ofen, aus dem er mittelst einer Oeffnung in der Thüre hervorragt, zum Glühen erhitzt und das entweichende Gas brennt mit schöner Flamme aus der letzten Röhre heraus. In der Vorlage sammeln sich Theer und einige andere Nebenproducte an.

In dem farblosen und durchsichtigen Leuchtgas kann man die Gegenwart der Kohle, die man nach dessen äußerer Erscheinung nicht darin vermuthen sollte, direct nachweisen: Fülle ein Cylinderglas zu ⅓ mit Chlor, was in der pneumatischen Wanne unter Anwendung von warmem Wasser geschehen muß, und dann vollends mit ölbildendem Gas (aus den vorhin gefüllten Flaschen), und zünde das Gemisch in dem aufrecht stehenden Glase an; alsdann brennt dasselbe unter Absetzung von viel feinzertheiltem Kohlenstoff und unter einer leichten Verpuffung ab. Etwas Wasser schnell in den Cylinder gegossen wird sich sauer zeigen, denn es bildet sich Salzsäure und der Kohlenstoff tritt aus.

Das ölbildende Gas hat seinen Namen von seiner Eigenschaft, mit Chlor bei längerem Stehen eine ölartige Verbindung zu bilden; man nennt es auch schweren Kohlenwasserstoff, da sein specifisches Gewicht 0,9675, während das des Sumpfgases 0,5528 ist, weshalb dieses auch leichter Kohlenwasserstoff heißt.

Nachdem du so weit die beiden Hauptproducte der trockenen Destillation der organischen Substanzen, namentlich der Oele und der Fette, kennen gelernt hast, kann ich dir wohl etwas nähere über die

mittheilen, werde mich jedoch möglichst kurz zu halten suchen.

Du erinnerst dich, daß ich dich beim Kohlenstoff darauf aufmerksam gemacht habe, daß die Kohle nur dann mit Flamme brennt, wenn sie nicht gleich Kohlensäure, sondern erst Kohlenoxyd bildet. Eine Flamme zeigt sich nämlich nur bei der Verbrennung von Gasen; du wirst diese allgemeine Regel immer bestätigt finden, und nie einen festen Körper mit Flamme verbrennen sehen, der nicht vorher, sei es durch Verdunstung in der vorhandenen Hitze, sei es durch theilweise Verbrennung, ein Gas geliefert hätte; Steinkohlen brennen mit Flamme, weil sie in der durch die vorhandene Flamme erzeugten Hitze Kohlenwasserstoff liefern; ist dieses völlig entwichen, so brennt das Uebrige ohne Flamme. Kohks, bei deren Bereitung man durch Verbrennung eines Theils derselben die Hitze erzeugt hat, um aus dem Rest allen Wasserstoff als Kohlenwasserstoff zu vertreiben, verbrennen ohne Flamme, weil sie bei dem nöthigen Luftzug sich direct in Kohlensäure verwandeln; alle unsere Beleuchtungsmaterialien verbrennen nicht direct, sondern erleiden im Dochte vorerst eine Zersetzung, in deren Folge der Kohlenwasserstoff auftritt, welcher das Material der Flamme bildet.

Ich erinnere dich ferner an den Versuch über die Erzeugung von Licht in der Wasserstoffflamme. Es wird demnach durch Verbrennen eines reinen Gases, das sofort gasförmige Producte liefert, keine leuchtende Flamme gebildet; bestätigt findest du dies beim Kohlenoxyd. Aber feste Körper, in die Flamme gebracht, leuchten mit hellem Lichte. Aus diesem Grunde giebt auch das ölbildende Gas eine leuchtende Flamme; denn es verbrennt nicht sogleich vollständig, sondern zersetzt sich zum Theil unter Abscheidung von Kohlenstoff, der in Gestalt von äußerst feinem Staube in der Flamme glüht, wie du leicht daran siehst, daß sich auf hineingehaltene kalte Körper Ruß absetzt. Auch die Flamme des Wasserstoffes haben wir auf diese Weise leuchtend gemacht; bringst du in eine Wasserstoffentwickelungsflasche etwas flüssiges Steinöl — eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff —, so wird (vorsichtig!) dessen Dampf durch die Hitze in der Wasserstoffflamme zersetzt und durch das Glühen des abgeschiedenen Kohlenstaubes Licht erzeugt.

Das Sumpfgas leuchtet aus folgendem Grunde weit weniger als das an Kohlenstoff reichere Oelgas: während in diesem nicht sämmtlicher Kohlenstoff gleichzeitig mit dem Wasserstoff verbrennen kann, sondern theilweise abgeschieden wird, ist in jenem die Kohlenstoffmenge weit geringer, und zwar so gering, daß sie mit dem vorhandenen Wasserstoff gleichzeitig und ohne vorherige Abscheidung verbrennen kann.

z. B. weißt, daß ſich kohlenſaurer Kalk in kohlenſäurehaltigem Waſſer auflöſt; daſſelbe gilt vom kohlenſauren Eiſenoxydul, von der Magneſia und von vielen anderen Stoffen. Dadurch erhalten die Säuerlinge noch eine größere Wirkſamkeit auf den menſchlichen Organismus, als das reine kohlenſäurehaltige Waſſer ſchon beſitzt. Dieſe äußert ſich vielfach als Heilkraft, und man ſtellt daher auch mittelſt der Sauerwaſſerkrüge ſolche Mineralwaſſer dar, indem man dem Waſſer vor dem Imprägniren mit Kohlenſäure die nothwendigen Subſtanzen in demjenigen Verhältniſſe und derjenigen Menge zuſetzt, wie ſie die Analyſe des nachzuahmenden Mineralwaſſers für die zu behandelnde Maſſermenge ergeben hat.

Natürlich haben dieſe künſtlichen Sauer- und Mineralwaſſer, eben ſo wie diejenigen, welche fabrikmäßig dargeſtellt werden, genau dieſelbe Wirkung, wie die natürlichen, wenn ſie nur *genau* nach guten Analyſen derſelben zuſammengeſetzt werden; was man von Brunnengeiſt und einem flüchtigen Princip u. ſ. w. fabelt, iſt alles eitel Unſinn. Das Verhältniß zwiſchen dem Natronſalz und der Weinſteinſäure bleibt natürlich immer daſſelbe; es iſt das ihrer Atomgewichte; aber ihre Menge wechſelt ſelbſt für jeden Krug, je nach der Quantität Kohlenſäure, welche man dem Waſſer imprägniren will. Für einen gewöhnlichen Krug von einem Inhalt von etwa 1½ Flaſche iſt 2 Loth doppelt kohlenſaures Natron und 1¾ Loth Weinſteinſäure eine Menge, welche ein vollkommen ſtarkes und ſtark mouſſirendes Waſſer liefert, ohne den Krug in die Gefahr des Springens zu verſetzen.

Die ſteinernen Krüge ſind zwar dauerhafter, allein ſie ſind ſchwer rein zu erhalten, weil bei ihnen die feinen Löcher in der Scheidewand der beiden Gefäße angebracht ſind, die unbeweglich iſt und aus Steinzeug beſteht; auch iſt es unbequem, daß man die Menge des noch vorhandenen Waſſers nicht beobachten kann.

Später werde ich dir an einigen Beiſpielen zeigen, wie man die Menge der anzuwendenden Subſtanzen auch hier durch Rechnung finden kann.

Warum man zu der Kohlenſäure-Entwickelung für das Sauerwaſſer doppelt kohlenſaures Natron und nicht das Kali-Salz anwendet, folgt aus der Eigenſchaft des weinſteinſauren Kali's, welche du bei Präp. XI, Br. 8, kennen gelernt haſt; daſſelbe iſt nämlich ſo ſchwer löslich, daß es in der geringen Quantität des zugeſetzten Waſſers unaufgelöſt bleiben und die vollſtändige Zerſetzung hindern würde. Das weinſteinſaure Natron iſt dagegen auflöslich und ſcheidet ſich nicht ab, weshalb es die Zerſetzung weiter nicht ſtört.

Im nächsten Briefe werde ich die Verbindungen des Kohlenstoffes mit Wasserstoff besprechen.

An Materialien für die nächsten Versuche hast du einen kleinen Vorrath von Schwefelsäure, etwas Spiritus (etwa 4—8 Loth) und eine geringe Menge Steinöl nöthig.

Glühen steigen sehen, und es wird dich nicht wundern, wenn ich dir sage, daß, wie bei Kalk, das Hydratwasser sich durch Hitze nicht austreiben läßt. Das Barythydrat löst sich im Wasser leichter als das Kalkhydrat und man erhält aus der Lösung Krystalle mit 10 Atomen Wasser, deren Formel wegen der stärkeren Bindung eines Atoms BaO, HO + 9 HO geschrieben werden muß. Du hast eine andere Darstellung dieser Verbindung (aus Schwefelbaryum und Kupferoxyd) früher kennen gelernt. Das Barythydrat ist in 20 Theilen kaltem und 2 Theilen kochendem Wasser löslich. Wie das Kalkhydrat zieht auch das Barythydrat rasch an der Luft Kohlensäure an, um damit unlöslichen kohlensauren Baryt zu bilden.

Der kohlensaure Baryt kommt als Witherit in der Natur vor und ist im Handel bisweilen zu nicht hohem Preise zu haben. Suche dir etwas zu verschaffen und stelle daraus durch Uebergießen mit den betreffenden Säuren die übrigen Salze dar — obwohl du eben so gut den früher dargestellten kohlensauren Baryt nehmen kannst.

Ich erinnere dich an die beiden Darstellungen des kohlensauren Baryts (Präp. XIV und XLII). Er ist, wie alle Barytverbindungen, giftig.

Das Chlorbaryum kennst du auch noch von früher, so wie dir auch seine beiden Darstellungsweisen erinnerlich sein werden, über welche ich schon früher Hinreichendes mitgetheilt habe. Es krystallisirt mit 2 Atomen Krystallwasser.

Vom schwefelsauren Baryt und Schwefelbaryum sprechen wir später, wenn wir die Zusammensetzung der Schwefelsäure kennen gelernt haben werden. Es mag daher das Gesagte ausreichen, indeß will ich zur Uebung dir noch einige Formeln hierherschreiben, die sich darauf beziehen und deren Bedeutung du selbst herauszufinden dich bemühen magst; es wird dir ohne Zweifel bald gelingen.

$$BaO, CO_2 + C = BaO + 2\,CO$$
$$BaO, CO_2 + HCl + HO = BaCl + 2\,HO + CO_2$$
$$BaO, HO + 9\,HO + CO_2 = BaO, CO_2 + 10\,HO$$
$$BaCl + KO, CO_2\ (1) = BaO, CO_2 + KCl$$

(Schema!)

$$BaCl + CO_2 + KO, HO = BaO, CO_2 + KO, HCl.$$

(Warum giebt Kohlensäure allein keinen Niederschlag im Chlorbaryum, sondern nur bei Zusatz einer Basis [Kali oder Ammoniak]? Siehe Kalk!)

(1) Ich nehme hier das kohlensaure Kali statt des früher angewandten kohlensauren Ammons, dessen Zusammensetzung dir noch unbekannt ist. Das Kalisalz wirkt, wie schon öfter erwähnt, ganz ebenso.

Da du ſchon lange keine Aufgaben mehr gerechnet haſt, und ſich hier gerade durch die Kürze und Leichtfaßlichkeit des Kapitels dazu eine gute Gelegenheit bietet, ſo will ich dir einige aufgeben:

1) Wie viel Pfund Sauerſtoff gebraucht ein Centner Kohle, um vollſtändig zu verbrennen? Wie viel Kubikfuß? Wie viel atmoſphäriſche Luft? (der Sauerſtoff betrage 20,9 % vom Volumen der Luft.)

2) Wie viel Kubikfuß a. Kohlenoxyd, b. Kohlenſäure würde man hierbei erhalten? (ſpecifiſches Gewicht des CO 0,9706, ſpecifiſches Gewicht der CO_2 1,5252.)

3) Wie viel Kohlenſäure liefern a. 50 Pfund, b. $4\frac{4}{11}$ Unzen, c. 1 Kilogramm kohlenſaurer Kalk?

4) Wie viel Salzſäure (waſſerfrei gedacht) braucht man, um aus a. 50 Pfund, b. 3 Unzen, c. 9,562 Gramm kohlenſaurem Kalk alle Kohlenſäure auszutreiben?

5) Wie viel Kohlenſäure muß man über glühende Kohlen leiten, um a. 28 Gramm, b. 7,49 Loth, c. 1 Pfund Kohlenoxyd zu erhalten, und wie viel Kohle wird dabei verſchwinden?

An das Calcium und das Baryum ſchließt ſich ein drittes Metall an, welches in ſeinen Verbindungen und der Stärke ſeiner Affinität faſt die Mitte zwiſchen beiden hält, nämlich das

Strontium.

Sr = 43,8.

Auch in ſeinem Aequivalent ſteht dieſes Metall faſt genau in der Mitte zwiſchen beiden, und man könnte ſagen, daß es ſich dazu verhalte, wie das Brom zu Jod und Chlor.

Das Oxyd des Strontiums SrO trägt den Namen Strontian; es ſtimmt faſt in allen Stücken mit dem Baryt überein.

Den kohlenſauren Strontian, der in der Natur als Strontianit vorkommt, kennſt du noch von früherher; wir haben damals auch die Darſtellung der Strontianſalze aus demſelben kennen gelernt; man benutzte dazu früher auch den ſchwefelſauren Strontian; ſeit aber in neueſter Zeit der Strontianit durch Auffindung eines großen Lagers bei Hamm in Weſtphalen ſehr wohlfeil geworden iſt, dient dieſer ausſchließlich dazu.

Die Strontianſalze werden vorzüglich zur Darſtellung rother bengaliſcher Flammen benutzt, da ſie alle Flammen ſchön carminroth färben. Man erhält z. B. aus

1 Theil	Schwefel		16¼ Theilen	Schwefel
1 „	chlorſaurem Kali	oder	61 „	chlorſaurem Kali,
5 „	ſalpeterſaurem Strontian		32 „	Chlorſtrontium

eine Miſchung, welche ein prächtig rothes Feuer liefert. In einen Blumentopf gefüllt, mit Pulver beſtreut und angezündet, brennt ſie ruhig und faſt ohne Rauch ab und übergießt weithin alle Gegenſtände mit einem glühend purpurnen Lichte.

Es iſt nicht zu überſehen, daß der ſalpeterſaure Strontian mit 5, das Chlorſtrontium mit 6 Atomen Waſſer kryſtalliſirt und beide vor ihrer Anwendung, alſo erſt für ſich, ſcharf getrocknet werden müſſen, weil das Gemiſch ſonſt nicht brennt.

Wir haben endlich heute noch die Verbindungen eines dritten Metalls kennen zu lernen, welches ſich in mehr als einer Beziehung an die vorhergehenden anſchließt und den Namen

Magneſium
Mg = 12

trägt. Auch von dieſem kennſt du bereits mehrere Verbindungen und ihre Darſtellungsweiſen. Dieſes Metall unterſcheidet ſich jedoch dadurch weſentlich von den vorhergehenden, daß ſeine Affinität zum Sauerſtoff nicht hinreichend iſt, um es das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur zerſetzen zu laſſen; erſt bei 30° entwickelt es langſam Waſſerſtoff daraus und eine ſtarke Zerſetzung tritt erſt in der Siedehitze ein. Das Magneſium iſt ſilberweiß und läßt ſich hämmern und feilen; es nähert ſich alſo mehr als die drei letztgenannten Metalle den eigentlichen (ſchweren) Metallen. Auch ſein ſpecifiſches Gewicht iſt höher als das der vorhin erwähnten (1,74). Es hält ſich an der Luft unverändert und verbrennt erſt bei der Rothglühhitze unter lebhafter Lichtentwickelung zu

Magneſia MgO.
(Bittererde, Talkerde.)

Die Magneſia wird ſtets durch Glühen der weißen Magneſia (Magnesia alba) erhalten, welche ihrerſeits aus der ſchwefelſauren Magneſia in der dir bekannten Weiſe dargeſtellt wird.

Bei der Ausfällung mit kohlenſaurem Kali erhält man indeſſen nicht reine kohlenſaure Magneſia, ſondern eine Verbindung derſelben Art, wie du ſie nunmehr ſchon öfter kennen gelernt haſt, nämlich von kohlenſaurer

Magneſia und Magneſiahydrat, oder baſiſch kohlenſaure Magneſia; dieſe weiße Magneſia iſt bei richtiger Darſtellung von ſehr lockerer, leichter Beſchaffenheit und wird in der Medicin gebraucht. Die reine kohlenſaure Magneſia kommt ſowohl für ſich (Magneſit) als in Verbindung mit dem Kalkſalz (Dolomit $CaO, CO_2 + MgO, CO_2$) in der Natur vor.

Die Magneſia iſt ebenfalls ein weißes lockeres Pulver, das im Waſſer ſo gut wie unauflöslich iſt und beim Uebergießen damit nur allmälig ein Hydrat liefert, welches auch beim Ausfällen eines Magneſiaſalzes mit kauſtiſchem Kali entſteht, wovon du dich durch den Verſuch überzeugen wirſt.

Das Chlormagneſium erhält man in Löſung durch Behandeln des Kohlenſäureſalzes mit Salzſäure; es läßt ſich durch Abdampfen und Glühen nicht waſſerfrei darſtellen, da es ſich in der Hitze in Salzſäure und Magneſia zerſetzt. Es iſt zerfließlich, hat einen ſehr bitteren Geſchmack und iſt meiſtens die Urſache vom Feuchtwerden des Kochſalzes und von deſſen bitterem Geſchmack, da es daſſelbe faſt überall begleitet und alle löslichen Magneſiaſalze ſich durch ihren bitteren Geſchmack auszeichnen.

Du wirſt mir wohl erlauben, dieſen Brief abzuſchließen, obwohl er etwas kurz iſt; allein wir beginnen nächſtens die Betrachtung einer anderen Reihe von Körpern, und du haſt ohnehin noch Arbeit genug, wenn du dir die Darſtellungsweiſen der ſo eben genannten Subſtanzen aus dem erſten Theile meiner Briefe wieder vergegenwärtigeſt, auch hier und da eine derſelben nochmals wieder vornimmſt und die vorhin angegebenen Aufgaben ausrechneſt.

Zu den nächſten Verſuchen wirſt du kaum etwas bedürfen, was du nicht ſchon von früherher beſäßeſt.

---

46. Brief.

Salpeterſäure. Entſtehung derſelben; Darſtellung des Salpeters, Zuſammenſetzung und Analyſe deſſelben; Eigenſchaften, Anwendung als Oxydationsmittel. Andere Oxydationsſtufen des Stickſtoffs. Antworten.

Du wirſt gewiß längſt gewünſcht haben, die Natur von zwei ſchon oft erwähnten und benutzten Säuren kennen zu lernen, nämlich der Salpeterſäure und der Schwefelſäure; du kennſt jetzt ſchon die meiſten der bei der Darſtellung und Betrachtung dieſer Stoffe vorkommenden Körper, wir können daher nun dieſe beiden wichtigen Säuren näher ins Auge faſſen.

Salpeterſäure.

Wenn man eine gewiſſe Klaſſe von Stoffen aus dem Thierreiche, die in ihrer Zuſammenſetzung Stickſtoff enthalten, wie Blut, Fleiſchabfälle, Miſt, Leder u. ſ. w. an der Luft und unter Zutritt von Feuchtigkeit lange Zeit liegen läßt, ſo gehen ſie allmälig in eine Zerſetzung über, deren Endproducte ziemlich zahlreich ſind; trägt man aber dafür Sorge, daß gleichzeitig eine ſtarke Baſis zugegen iſt, ſo entſteht das Salpeterſäureſalz dieſer letzteren, und es treten keine oder wenige der ſonſt vorkommenden Fäulnißproducte auf. Man pflegt in dieſer Weiſe den ſalpeterſauren Kalk im Großen darzuſtellen, indem man die genannten Stoffe, mit kalkhaltigen Subſtanzen vermiſcht, ſehr lange Zeit — bisweilen 2 oder 3 Jahre — dergeſtalt an der Luft liegen läßt, daß ſie damit möglichſt in Berührung kommen, und ſie unterdeß ſtets feucht erhält. Am Ende des Proceſſes wird dieſe ſogenannte Salpetererde ausgelaugt und neben einer Menge von anderen Salzen, namentlich Chlornatrium und anderen Chlormetallen, ſalpeterſaurer Kalk nebſt anderen Salpeterſäureſalzen in Löſung erhalten. Um dieſe in ſalpeter-

ſaures Kali überzuführen, ſetzt man kohlenſaures Kali zu, wodurch das Kalk- und das Magneſiaſalz zerſetzt und die kohlenſauren Verbindungen dieſer Baſen ausgefällt werden, indem ſalpeterſaures Kali in die Löſung kommt, woraus man dann das Salz kryſtalliſiren läßt. Um den Salpeter von dem beigemiſchten Chlornatrium zu befreien, löſt man das erhaltene Salzgemiſch in möglichſt wenig kaltem Waſſer und dampft ſie in der Siedehitze ein, wobei das Chlornatrium ſich zum größten Theil abſcheiden muß, weil es in der Hitze und Kälte gleich löslich iſt. Der Salpeter hingegen bleibt gelöſt, weil er ſchon viel Waſſer verlieren kann, ehe er ſich in der Siedehitze abſcheidet. Iſt die Löſung endlich auch für den Salpeter in der Hitze concentrirt, ſo läßt man ſie kalt werden; dabei ſcheidet ſich kein Kochſalz, ſondern nur der Salpeter ab, weil jenes nicht durch Erkalten, ſondern nur durch Verdampfung kryſtalliſiren kann. Außerdem rührt man um, damit durch die geſtörte Kryſtalliſation (Präp. IV) nur kleine Kryſtällchen gebildet werden, die keine kochſalzhaltige Mutterlauge in ihren Höhlungen eingeſchloſſen halten können. Die zwiſchen den einzelnen Kryſtallen zurückbleibende Mutterlauge wird durch Abwaſchen mit einer Salpeterlöſung entfernt und ſo der reine

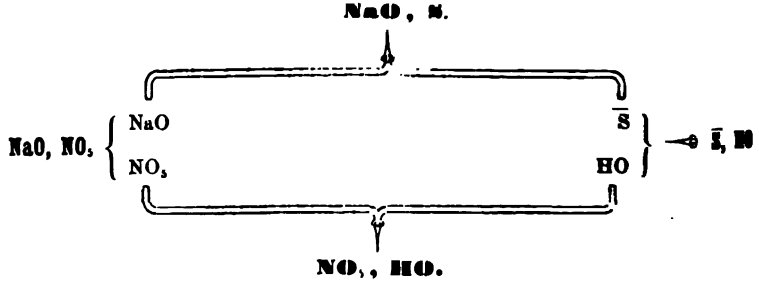
Salpeter

erhalten. An ſolchen Orten, wo die eben angegebenen Stoffe ſich in der Natur unter den bezeichneten Bedingungen finden, erzeugt ſich auch von ſelbſt Salpeter, wie an Stallmauern u. ſ. w. Es iſt dies der natürliche Salpeter, der ebenfalls in nicht unbedeutender Menge gewonnen wird. Das Natronſalz der Salpeterſäure findet ſich in der Natur als Chiliſalpeter in großen Lagern in Peru.

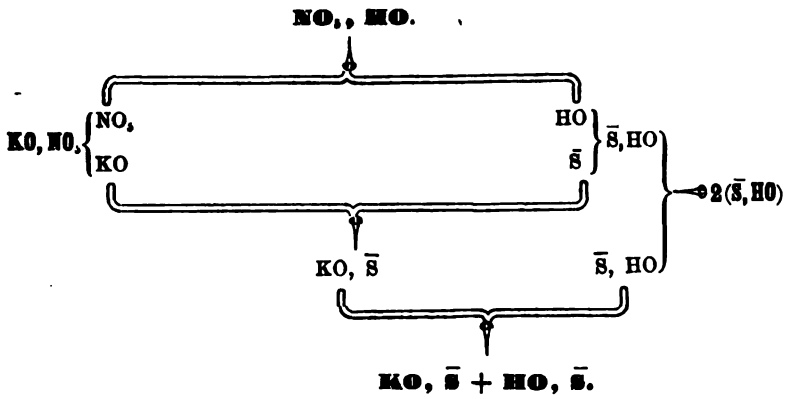
Daß man aus Salpeter mittelſt Deſtillation mit der ſtärkeren Schwefelſäure die Salpeterſäure für ſich darſtellen kann, wird dir von Präp. XXX her erinnerlich ſein. Wie die Salpeterſäure zuſammengeſetzt ſei, kannſt du aus ihrem Namen keineswegs, wohl aber ungefähr aus der Darſtellungsweiſe ihrer Salze errathen: Ich habe als eine Hauptbedingung den Stickſtoffgehalt der faulenden Stoffe angegeben, und der Luftzutritt iſt ohnehin als dem Weſen der Säure entſprechend leicht begreiflich. Danach wirſt du wohl errathen, daß die Salpeterſäure eine Verbindung von Stickſtoff und Sauerſtoff iſt und eigentlich Stickſtoffſäure heißen müßte. Folgendes beweiſt dieſes mit Sicherheit: Durch Behandeln von Salpeterſäure mit Bleioxyd, oder mit Mennige (ſ. o. S. 222) erhält man ſalpeterſaures Bleioxyd. Dieſes hinterläßt, wie die Salpeterſäureſalze alle (z. B. das Queckſilberſalz), bei ſtarkem Erhitzen das reine Oxyd als Rückſtand — wovon du dich leicht durch einen Verſuch überzeugen kannſt —. Wenn man nun die entweichenden

Gase über einen Körper leitet, der vermöge seiner starken Affinität zum Sauerstoff diesen gänzlich zurückbehält, so muß das entweichende Gas, wenn unsere Annahme richtig war, Stickstoff sein. Das Experiment läßt sich unter Anwendung von metallischem Kupfer anstellen, wenn dieses stets glühend erhalten wird. Ich will es dir aber nicht zu machen rathen, da es nur bei Beobachtung verschiedener allzuschwieriger Handgriffe ein befriedigendes Resultat geben kann. Man bringt in den hinteren geschlossenen Theil einer zu erhitzenden Röhre das zu zersetzende Salz und in den vorderen offenen metallisches Kupfer, und erhält dieses während der Zersetzung des Salzes glühend. Dann wird dieses in Kupferoxyd, jenes in Bleioxyd verwandelt und reiner Stickstoff erhalten — ein Beweis, daß die Salpetersäure aus diesem Körper und Sauerstoff bestand. Wenn alle Vorkehrungen getroffen sind, um die Menge des entweichenden Stickstoffes und durch die Gewichtszunahme des Kupfers auch die des abgeschiedenen Sauerstoffes zu bestimmen, so kann man leicht das Verhältniß berechnen, in welchem beide Gase verbunden waren; man findet auf 14 Theile Stickstoff 40 Theile Sauerstoff oder die Formel NO_5.

Bei der Darstellung der Salpetersäure wird diese Verbindung jedoch nur als Hydrat erhalten; denn du weißt ja, daß die Schwefelsäure Wasser enthält; dieses bleibt mit der Salpetersäure verbunden. Behalten wir einstweilen, bis wir die Zusammensetzung der Schwefelsäure kennen gelernt haben, unsere Bezeichnungsweise für dieselbe noch bei, so laßt sich die Darstellung aus salpetersaurem Natron folgendermaßen vorstellen:



Bei Anwendung von Kalisalpeter ist die Zersetzung etwas anders, n sich nicht einfach, sondern doppelt schwefelsaures Kali bildet. oppelt schwefelsaure Kali ist nämlich zusammengesetzt aus einfach saurem Natron und gewöhnlicher Schwefelsäure mit ihrem Was- lt; wir haben also außer dem obigen Vorgang noch den Zutritt nem Aequivalent Schwefelsäure mehr zu berücksichtigen, welches it dem schwefelsauren Kali verbindet, nach dem Schema:



Nach beiden Methoden erhält man alſo das Hydrat der Salpeterſäure. Aus demſelben kann das Waſſer nicht anders abgeſchieden werden, als durch eine Baſis, wodurch ein Salpeterſäureſalz entſteht; die waſſerfreie Salpeterſäure kann nur auf Umwegen erhalten werden, da das Hydrat, mit Stoffen zuſammengebracht, die ihm das Waſſer entziehen ſollen, ſich in Sauerſtoff und eine niedrigere Oxydationsſtufe des Stickſtoffes zerſetzt.

Die waſſerfreie Salpeterſäure bildet weiße Kryſtalle, die bei 29° ſchmelzen, bei 46° ſieden und in etwas höherer Temperatur ſich zerſetzen.

Das Salpeterſäurehydrat NO_5, HO iſt eine farbloſe, ſtark rauchende und ſehr ſaure Flüſſigkeit, die bei — 50° feſt wird. Sie färbt ſich am Lichte und in der Wärme bald gelb, indem ſie in Sauerſtoff und eine niedere Oxydationsſtufe des Stickſtoffes zerfällt, weshalb man ſie auch in der Regel von röthlichgelber Farbe erhält und in ſchwarz überzogenen Gläſern aufbewahren muß. An der feuchten Luft ſtößt ſie Nebel aus, indem ſich ihr Dampf mit der Feuchtigkeit der Luft verdichtet. Man nennt ſie daher rauchende Salpeterſäure.

Gemiſche des Hydrats mit Waſſer heißen ſchlechtweg Salpeterſäure; ſie werden von verſchiedener Stärke fabrikmäßig dargeſtellt und dabei die gewünſchte Waſſermenge entweder mit der Schwefelſäure in die Retorte gebracht, oder auch in der Vorlage „vorgeſchlagen“. Verdünnte Salpeterſäure nennt man auch Scheidewaſſer. Dieſe Gemiſche beſitzen je nach ihrem Waſſergehalt auch in geringerem Grade die Eigenſchaften des Hydrats. Haſt du von dieſem noch eine kleine Menge von Verſuch XXX her, ſo wirſt du damit zu den Verſuchen ausreichen, die du ſogleich anſtellen ſollſt, wo nicht, ſo wirſt du noch etwas davon darſtellen müſſen.

Der Sauerstoff ist in der Salpetersäure nur sehr schwach gebunden und sie wirkt daher auf alle oxydirbaren Stoffe als ein starkes Oxydationsmittel, weshalb organische Stoffe sehr schnell von ihr zerstört werden. Schon die verdünnte Säure färbt die Haut gelb, die rauchende verursacht sogar heftige Eiterungen, wenn man den Fleck nicht gleich mit Wasser abwäscht, in welchem Falle die Haut nur allmählig abfällt; bringst du etwas gewöhnliche Säure auf die Hand und wäschest die Stelle erst nach einigen Minuten ab, so wirst du ihre Wirkung am anderen Tage beobachten können. Schneide einige schmale Streifchen Handschuhleder, lege sie auf einen Stein und tröpfele rauchende Säure darauf; du wirst die Zerstörung sogleich unter allerhand Krümmungen und Drehungen der Lederstreifen eintreten und diese endlich in eine formlose gelbe Masse sich verwandeln sehen. Eine Indigolösung, oder mit Indigo gefärbter Zeug wird schon von verdünnter Säure gelb gefärbt. Bringst du in eine Reagenzröhre etwas rauchende Säure und darüber, jedoch ohne die Säure zu berühren, einige Pferdehaare, so werden diese, wenn die Säure zum Sieden erhitzt wird, so schnell und heftig oxydirt, daß sie glühend werden und unter Ausstoßung von rothen Dämpfen (niedrigeren Oxydes des Stickstoffes) zu Asche verbrennen. Auch Terpentinöl wird schon bei gewöhnlicher Temperatur zur Entzündung gebracht: Binde an einen mindestens 4 Fuß langen Stab ein kleines weithalsiges Fläschchen und bringe in dieses ein wenig rauchende Säure und einige Tropfen Schwefelsäure, dann gieße in eine etwas erwärmte Schale einige Tropfen Terpentinöl und dann die Säure mittelst des Stabes darüber; es werden sich rothe Dämpfe zeigen und das Terpentinöl wird endlich unter Brausen und Spritzen sich entzünden. Der Stab diente dazu, um Hand und Gesicht vor Unfällen zu schützen, und die Schwefelsäure hat den Zweck, die Säure möglichst wasserfrei zu erhalten.

Die verschiedenen Anwendungen der Salpetersäure beruhen fast durchgängig auf ihrer leichten Reducirbarkeit, d. h. sie dient fast immer als Oxydationsmittel. Einige Beispiele hast du schon kennen gelernt, als du mit ihrer Hülfe verschiedene Metalloxyde darstelltest. Die Producte, welche dabei aus der Salpetersäure entstehen, sind je nach Umständen verschieden, nämlich je nach der Natur des behandelten Metalls, nach der Verdünnung der Säure und der angewandten Temperatur.

Wir kennen nämlich noch folgende Oxydationsstufen des Stickstoffes:

Stickstofforydul	NO
Stickstoffoxyd	NO_2
salpetrige Säure	NO_3
Untersalpetersäure	NO_4.

Dieſe Namen, welche eigentlich durchaus gegen alle Regeln laufen, ſt du dir genau zu merken, wenn es dir auch Mühe macht, dich ran zu gewöhnen.

Du wirſt nächſtens ſehen, wie ſie alle durch Reduction der Salpeterure entſtehen.

Für heute will ich dir noch die Antworten zu den neulich geſtellten ıfgaben geben, und dann ſchließen.

1) 293½ Pfund; 3077 Kubikfuß Sauerſtoff; 14722,5 Kubikfuß Luft.
2) a. 3077 Kubikfuß; b. 3077 Kubikfuß.
3) a. 22 Pfund; b. 2 Unzen; c. 440 Gramm.
4) a. 36½ Pfund; b. 2,19 Unzen; c. 7 Gramm.
5) a. 22 Gramm Kohlenſäure und 6 Gramm Kohle;
   b. 5,88 Loth Kohlenſäure und 1,60 Loth Kohle;
   c. 25½ Loth Kohlenſäure und 6¾ Loth Kohle.

Zu der Darſtellung der nächſtens zu betrachtenden Körper bedarfſt ıu einige Loth Kupfer in Geſtalt von Abfällen, etwas gebrannten Kalk ınd einige Loth Salmiak; auch mußt du deinen Vorrath von Salpeterſäure erneuern.

---

47. Brief.

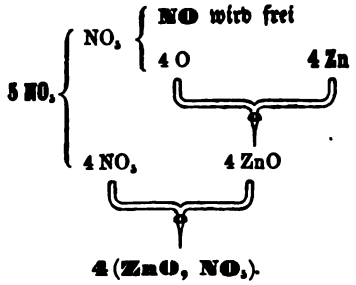
Stickstoffoxydul; Stickstoffoxyd; salpetrige Säure; Untersalpetersäure, Zersetzung durch Wasser. — Königswasser. — Eigenschaften der Salpetersäuresalze. — Ammoniak; Darstellung und Eigenschaften. Aufgaben.

Stickstoffoxydul
NO.

Wenn du in einer Retorte granulirtes Zink mit stark verdünnter Salpetersäure erhitzest, so wirst du ein farbloses Gas erhalten, mit dem du über warmem Wasser einige Gasflaschen füllen magst. Mit den so gesammelten Gasmengen wiederhole wenigstens theilweise die Experimente, die du mit dem Sauerstoff angestellt hast — du wirst bemerken, daß sich das Stickstoffoxydul fast eben so gegen brennende Körper verhält, ja es bildet auch mit Wasserstoff ein explosives Gemenge. Eingeathmet bewirkt es eine Art von Rausch, weshalb man es auch Lustgas genannt hat; der Versuch ist aber mit dem unreinen Gas, wie es obige Methode der Darstellung liefert, mit Gefahr für die Gesundheit verbünden.

Die Zersetzung selbst ist folgende:

Wenn die Salpetersäure zu Stickstoffoxydul reducirt werden soll, so muß sie 4 Atome Sauerstoff abgeben; mithin müssen 4 Atome Zink zu deren Aufnahme vorhanden sein und 4 ZnO gebildet werden; diese verbinden sich jedoch — da die Zersetzung nur allmälig fortschreitet — mit 4 Aequivalenten Salpetersäure, so daß also 5 Aequivalente Säure 4 Zn erforderlich sind:



Formel : $5\,NO_5 + 4\,Zn = 4\,(ZnO,\,NO_5) + NO.$

Das Waſſer ſpielt dabei keine Rolle, obwohl bei größerer Concentration der Säure andere Oxyde gebildet werden.

Stickſtoffoxyd
NO_2.

Beim Behandeln der meiſten Metalle mit gewöhnlicher Säure entſteht Stickſtoffoxyd, indem der Salpeterſäure 3 Atome Sauerſtoff entzogen und 3 Atome Metalloxyd gebildet werden, die mit 3 unzerſetzten Atomen Säure zu dem betreffenden Salz zuſammentreten, z. B. :

$$3\,Cu + 4\,NO_5 = (3\,CuO,\,NO_5) + NO_2.$$

Das Schema wirſt du ſelbſt aufſtellen können.

Zur Darſtellung dieſer Verbindung haſt du in einem Kolben, der mit einem Sicherheitsrohr oder auch nur mit einer faſt bis auf den Boden gehenden Trichterröhre und einem Gasableitungsrohre verſehen iſt, eine gewiſſe Menge Kupferabfälle mit Salpeterſäure zu übergießen, die je nach ihrer Stärke mit etwas Waſſer verdünnt worden, damit die Gasentwickelung nicht allzuheftig ſtattfinde. Es werden ſich anfangs rothe Dämpfe in großer Menge zeigen und den ganzen Kolben erfüllen; nach und nach aber werden ſie von dem ſich entwickelnden Gaſe verdrängt werden und der Apparat wird von einem farbloſen Gaſe erfüllt erſcheinen, welches an der Röhrenmündung als rothbraunes Gas entweicht. Sollte die Gasentwickelung nachlaſſen, ſo rathe ich dir, ſie durch ein untergeſtelltes Sandbad mit heißem Sande anzufachen, welches Mittel es ſehr leicht macht, ſie jeden Augenblick ſtärker oder ſchwächer werden zu laſſen. Du wirſt zwar anfangs geglaubt haben, das Stickſtoffoxyd ſei ein rothes Gas, wenn du aber nachher ſiehſt, daß es im Apparate nach Verdrängung *aller* Luft farblos iſt und nur an der Luft

wieder roth erſcheint, ſo mußt du daraus den Schluß ziehen, daß es farblos iſt und durch Abſorption von Sauerſtoff roth wird.

Sammele es über Waſſer auf und fülle einige Gläſer und Flaſchen damit. Du wirſt ſtets beim Oeffnen derſelben bemerken, daß ſich dicke rothe Dämpfe zeigen. Dieſe rühren in der That von der Oxydation des Oxydes her, in deren Folge ſich je nach der Menge des hinzutretenden Sauerſtoffes eines der Gaſe

ſalpetrige Säure NO_3 und Unterſalpeterſäure NO_4

bildet, meiſtens wohl ein Gemenge von beiden entſteht.

Zum Auffammeln des Stickſtofforydes iſt es nicht nothwendig, daß daſſelbe ganz frei von der Beimiſchung rother Dämpfe ſei — nach dem Durchſtreichen durch Waſſer erſcheint es ſtets farblos und rein —; wir werden gleich ſehen, weshalb.

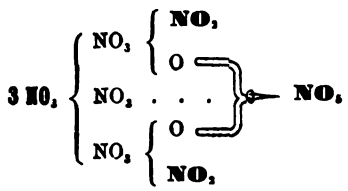
Das Stickſtofforyd giebt ſeinen Sauerſtoff an brennende Körper nur dann ab, wenn dieſe eine ſehr hohe Temperatur beſitzen. Du kannſt dich davon mittelſt Eintauchens einer ſchwach und einer ſtark glühenden Kohle überzeugen, wovon nur die letztere und zwar mit großem Glanze brennen wird.

Hebe noch 2 oder 3 Gefäße — Flaſchen oder Cylindergläſer gilt gleich — mit dem Gaſe auf und bringe darauf den Entwickelungsapparat (deſſen Inhalt beim Abdampfen Kryſtalle von ſalpeterſaurem Kupferoxyd giebt) ins Freie, damit du von dem ſich entwickelnden ſchädlichen Gaſe nicht beläſtigt werdeſt.

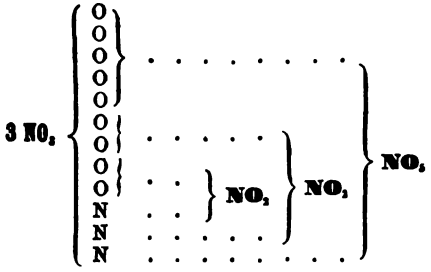
Die beiden Gaſe, die ſalpetrige Säure und die Unterſalpeterſäure, ſind roth oder röthlichbraun gefärbt, von unangenehm ſüßlichem Geruche, und entſtehen ſowohl wie vorhin geſagt, als auch bei der Oxydation der meiſten organiſchen Körper durch Salpeterſäure; eben ſo entwickeln ſie ſich, mit Sauerſtoff und mit den anderen Oxydationsſtufen des Stickſtoffes gemiſcht, beim Glühen der ſalpeterſauren Salze, wie z. B. des Salpeters, des ſalpeterſauren Kupferoxydes u. ſ. w. Auch entſtehen ſie beim Erhitzen der Salpeterſäure und ertheilen dieſer dadurch, daß ſie ſich darin auflöſen, eine verſchiedene Farbe, die bei concentrirter Säure roth, bei verdünnter Säure blau oder grün iſt, weshalb eine ſtarke rothe Salpeterſäure beim Verdünnen häufig blau oder grün erſcheint, eine Farbe, die bei noch größerem Waſſerzuſatz verſchwindet.

In Berührung mit Waſſer erleidet ſowohl die ſalpetrige Säure wie die Unterſalpeterſäure eine Zerſetzung, indem ſich die Atome Stickſtoff und Sauerſtoff anders anordnen, ohne daß das Waſſer Theil an dieſer Veränderung nähme: Es entzieht nämlich ein Theil des Gaſes dem

anderen Sauerſtoff, wodurch erſterer zu Salpeterſäure oxydirt, letzterer zu Stickſtofforyd reducirt wird. So z. B. für die ſalpetrige Säure :



oder auch :



Da ſich immer die Salpeterſäure im Waſſer auflöſt, ſo bleibt das Stickſtofforyd allein als farbloſes Gas übrig. Für die Unterſalpeterſäure wird dieſe Zerſetzung ausgedrückt durch die Formel

$$3\,NO_4 = 2\,NO_3 + NO_2,$$

deren Darſtellung durch ein Schema ich dir ſelbſt überlaſſen will.

Du ſiehſt alſo, wie es kommt, daß die rothen Gaſe, welche ſich anfangs in deinem Apparate entwickelten, nach dem Durchgange durch Waſſer ein farbloſes Gas lieferten; ſie wurden dabei zerſetzt : die Salpeterſäure blieb zurück und das Stickſtofforyd allein wurde aufgefangen. Dieſe Zerſetzung iſt höchſt wichtig und findet bei der Darſtellung der Schwefelſäure eine Anwendung im Großen; ſie ſoll dir noch durch einige Verſuche zur beſſeren Anſchauung gelangen : Nimm eines der mit Stickſtofforyd gefüllten Gläſer heraus, laſſe die Luft einen Augenblick damit in Berührung, damit es ganz mit rothem Gaſe erfüllt erſcheine, und tauche es wieder ins Waſſer. Dieſes wird darin in die Höhe ſteigen, weil ein Theil des Inhaltes durch die Zerſetzung und Abſorption verſchwindet. Nach dem Schütteln erſcheint der Reſt farblos, wird beim Oeffnen wieder roth und es zeigt ſich beim Wiedereintauchen wieder Abſorption u. ſ. w. Wenn nicht zugleich mit dem Sauerſtoff auch der Stickſtoff der Luft hinzuträte, ſo würde man durch Wiederholung dieſer Oxydation, Zerlegung und Abſorption das ganze Quantum Gas verſchwinden laſſen können.

(Von dem Entſtehen der Salpeterſäure wird dir etwas Lackmuspapier ins Waſſer der Wanne getaucht, Zeugniß geben.)

Willſt du dir die Mühe geben, den Verſuch mit Sauerſtoff ſtatt mit Luft anzuſtellen, ſo haſt du etwa folgendermaßen zu verfahren: Fülle von zwei gleich großen Fläſchchen das eine mit Sauerſtoff, das andere mit Stickſtofforyd. Dann fülle ein ſchmales hohes Glas — oder eine an einem Ende mit Kork und Guttapercha geſchloſſene oder zugeſchmolzene Röhre — mit blauem Lackmuswaſſer, verſchließe dieſes Glas mit einer Glasplatte, kehre es in die pneumatiſche Wanne um und laſſe in der gewöhnlichen Weiſe den Sauerſtoff hineintreten, ſo daß es nicht ganz damit gefüllt wird. Hierauf laſſe das Stickſtofforyd ganz allmälig zutreten: jede Blaſe wird erſt die Bildung von rothen Dämpfen, hierauf nach dem Schütteln eine Abſorption und allmälig eine ſtarke Röthung der Lackmusfarbe hervorrufen; bei Anwendung von genau 2 Raumtheilen Stickſtofforyd und 1 Raumtheil Sauerſtoff wird ſchließlich nichts übrig bleiben, als die im Waſſer gelöſte Salpeterſäure; da es jedoch ſchwer hält, genau das Verhältniß zu treffen, ſo wird ein kleiner Ueberſchuß des einen oder anderen Gaſes als farbloſe Blaſe zurückbleiben.

Durch Vermiſchen von Salpeterſäure mit Salzſäure erhält man das

Königswaſſer.

Man nennt dieſes Säuregemiſch ſo, weil es das Gold (den König der Metalle) auflöſt, und überhaupt einige Metalle in lösliche Verbindungen verwandelt und dann löſt, die von den einzelnen Säuren nicht angegriffen werden. Sie finden ſich dann als Chlormetalle in der Löſung. Es rührt dieſe Wirkung des Königswaſſers von einem Theil Chlor her, welches darin frei enthalten iſt, und, ſobald es zu einem Metall getreten iſt, wieder neu durch die gegenſeitige Einwirkung der beiden Säuren erzeugt wird. Es oxydirt nämlich die Salpeterſäure den Waſſerſtoff der Salzſäure zu Waſſer und macht ihr Chlor frei. Die gebildete Unterſalpeterſäure entweicht entweder für ſich, oder in Verbindung mit einem Theil Chlor.

Das Verhalten der Salpeterſäure gegen die Metalle, ſo wie die Eigenſchaften der entſtehenden Salze ſind ſchon im Vorhergehenden hinlänglich erörtert, ſo daß ich dich nur noch bitte, folgende, allen Salpeterſäureſalzen eigenthümliche Erſcheinungen dir dadurch zur Anſchauung zu bringen, daß du einige der dir bekannt gewordenen den betreffenden

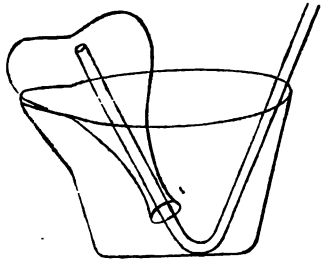
Verſuchen unterwirfſt: Alle Salpeterſäureſalze ſind in Waſſer löslich; ſie entwickeln in der Hitze unter Hinterlaſſung des Oxydes außer den niederen Oxyden des Stickſtoffes allen Sauerſtoff, ſo daß ſie, auf glühende Kohlen geworfen, deren lebhaftes Verbrennen unter Funkenſprühen bewirken; mit Schwefelſäure erhitzt entwickeln ſie Salpeterſäure, kenntlich an den rothen Dämpfen, welche beim Zuſatze von metalliſchem Kupfer entſtehen und an der Entfärbung, welche zugeſetzte Indigolöſung erleidet.

Von den Verbindungen des Stickſtoffes mit dem Waſſerſtoff haben wir für jetzt uns eine etwas näher zu betrachten, nämlich das

Ammoniak
NH_3.

Beim Vermiſchen von trockenem Kalk mit Salmiak wird dieſe Verbindung in Gasgeſtalt entwickelt; du kannſt ſie daher leicht darſtellen, wenn du dieſe beiden Körper in Pulverform mit einander mengſt und das Gemiſch in einem Kolben erhitzeſt. Beſſer jedoch eignet ſich der trocken gelöſchte Kalk dazu. Schon beim Miſchen der trockenen Pulver wirſt du den ſtarken, zu Thränen reizenden Geruch des Ammoniaks bemerken; ich rathe dir daher, daſſelbe nur in geringer Menge darzuſtellen. Aus dem Entwickelungsapparat entweicht das Ammoniak, namentlich bei gelindem Erwärmen, in Form eines farbloſen Gaſes, deſſen Löslichkeit in Waſſer nicht geſtattet, es über Waſſer aufzufangen, deſſen Leichtigkeit (0,597) aber erlaubt, es auf eine andere Weiſe zu ſammeln: Stelle nämlich eine Gasflaſche umgekehrt in ein größeres Glas, z. B. in ein Trinkglas, und biege die Gasleitungsröhre ſo, daß ſie erſt bis auf den Boden des letzteren reicht, ſich dort aufwärts krümmt und in die Gasflaſche bis beinahe zu deren Boden geht (Fig. 136). Das bei der Gasentwickelung hier ſich anſammelnde Ammoniak wird dann allmälig die Luft verdrängen und ſo die Flaſche anfüllen.

Fig. 136.

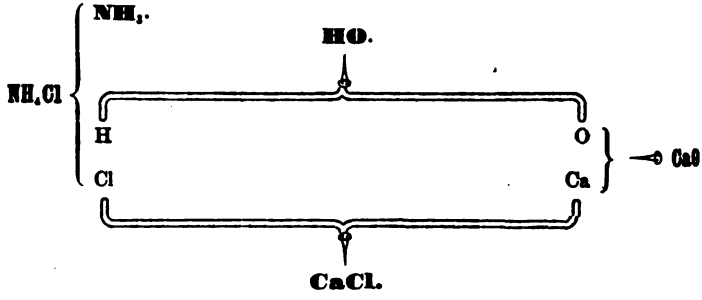


Haſt du mehrere Flaſchen voll Ammoniak geſammelt, ſo kannſt du damit genau dieſelben Verſuche über die Leichtlöslichkeit dieſes Gaſes anſtellen, wie mit dem Salzſäuregas. Du wirſt dabei Gelegenheit haben, zu bemerken, daß ſeine Löſung in Waſſer ähnlich wie die des Kali's un

Natrons rothes Lackmuspapier bläut, ſich alſo in dieſer Beziehung wie eine ſtarke Baſis verhält. Auch wirſt du ſpäter daſſelbe noch in anderer Beziehung vielfach beobachten.

Die Zerſetzung, in Folge deren das Ammoniak auftritt, iſt folgende: Das Salmiak iſt eine Verbindung, die wir, ganz abgeſehen von der Anordnung der Elemente (von welcher einmal ſpäter), durch die Formel NH_4Cl darſtellen können.

Wenn nun Kalk damit zuſammenkommt, ſo entzieht das Calcium dem Salmiak Chlor, und der Sauerſtoff 1 Atom Waſſerſtoff, um damit einerſeits Chlorcalcium, andererſeits Waſſer zu bilden. Wenn aber aus NH_4Cl 1 Atom Cl und 1 Atom H ausgetreten iſt, ſo bleibt NH_3 oder Ammoniak übrig.



Das Ammoniak entweicht ſtets mit Waſſer vermiſcht, aber nicht damit verbunden, denn durch verſchiedene Subſtanzen, welche auch zum Austrocknen von anderen Gaſen dienen, kann auch das Ammoniak völlig waſſerfrei erhalten werden.

Eine Auflöſung von Ammoniak in Waſſer wird unter dem Namen Ammoniak, Ammoniakflüſſigkeit oder Salmiakgeiſt in der Chemie vielfach angewandt, indem es in ſeiner chemiſchen Wirkungsweiſe den ſtarken Baſen gleicht, und zugleich leicht flüchtig iſt. Das Nähere hierüber, ſo wie über die Verbindungen des Ammoniaks wirſt du ſpäter erfahren. Zur Darſtellung des Ammoniaks im Großen, ſo wie auch zu ſeiner Reindarſtellung im Kleinen dient ein großer Kolben, in welchem das feuchte Gemiſch der beiden Subſtanzen erhitzt, und eine Reihe von Wulff'ſchen Flaſchen, in denen das entwickelte Gas durch Waſſer abſorbirt wird. Die erſte derſelben enthält ſtets etwas verunreinigtes Ammoniak, die übrigen aber, wenn die Operation gut geleitet wird, die reine Auflöſung.

Du thuſt ſehr wohl, den Verſuch im kleinſten Maßſtabe mit dem Apparate der Uförmigen Röhre anzuſtellen; das Präparat zu deinem

ebrauche in größerer Menge zu bereiten iſt überflüſſig, weil es im ndel hinreichend rein und viel billiger zu haben iſt.

Von den übrigen Eigenſchaften des Ammoniakgaſes habe ich nur ch ſeine Nichtbrennbarkeit in der Luft (im Sauerſtoff verbrennt es ter Waſſerbildung und Abſcheidung von Stickſtoff) und ſeine Unfähig-it, die Verbrennung zu unterhalten, anzuführen; beide wirſt du leicht rch den Verſuch nachweiſen können.

Um die Zuſammenſetzung des Ammoniaks zu ermitteln, kann man s reine Gas mit überſchüſſigem Sauerſtoff mengen und durch das Ge-enge den electriſchen Funken durchſchlagen laſſen; nachdem das gebildete Waſſer entfernt und abgewogen iſt, kann man den überſchüſſigen Sauer-off durch irgend einen Körper, der dazu Affinität hat, wegnehmen und nn den zurückbleibenden Stickſtoff meſſen.

Zum Schluſſe dieſes Briefes noch einige Aufgaben:

1) Wie viel Salpeterſäure erhält man aus a. 34 Pfund, b. 8,517 ramm, c. 8½ Unzen Chiliſalpeter? Wie viel Procent Waſſer enthält s Product?

2) Wie viel Waſſer iſt in jedem dieſer Fälle vorzuſchlagen, damit e Säure 40 % Waſſer enthalte?

3) Wie viel Kaliſalpeter braucht man, um a. 63 Pfund, b. 1 Ctr. alpeterſäure darzuſtellen?

4) Wie viel Kaliſalpeter braucht man und wie viel Waſſer iſt vor-ſchlagen, um 72,71 Pfund Säure von einem Gehalt von 80½ % aſſerfreier Säure zu erhalten?

Zu den nächſten Verſuchen wirſt du nichts bedürfen, was du nicht chon in hinreichender Menge beſäßeſt.

48. Brief.

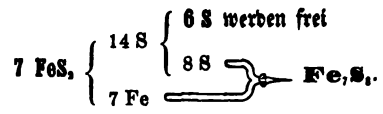
Schwefel; Darſtellung und Eigenſchaften. Schweflige Säure; Schwefelſäure; Ableitung der Zuſammenſetzung beider. Verhalten beider Säuren zu Barytlöſungen. Darſtellung der waſſerfreien Säure; Erklärung der Darſtellungen der ſchwefligen Säure. Antworten, Auflöſungen und Aufgaben.

Die zweite der oft erwähnten ſtarken Säuren, welche wir noch zu betrachten haben, iſt die Schwefelſäure. Der Name leitet uns hier mit Sicherheit auf ihre Zuſammenſetzung aus Schwefel und Sauerſtoff. Da ſie außerdem durch Verbindung dieſer beiden Stoffe erzeugt wird, ſo haben wir uns vorher noch mit dem

Schwefel

S = 16

zu beſchäftigen. Dieſer einfache Körper findet ſich in manchen vulkaniſchen Gegenden frei in größeren oder kleineren Stücken, oder auch als Beimiſchung der Erde; man ſammelt ihn und bringt ihn, nach einer vorläufigen Reinigung durch Ausſchmelzen, in den Handel. Ferner findet er ſich in Verbindung mit ſehr vielen Metallen in den ſogenannten Kieſen oder Glanzen. Die meiſten derſelben werden zur Ausbringung der Metalle benutzt, wobei jedoch der Schwefel größtentheils verloren geht. Nur eine ſeiner Verbindungen mit dem Eiſen, der Eiſen- oder Schwefelkies, deſſen Zuſammenſetzung der Formel FeS_2 entſpricht, wird in großer Maſſe zur Gewinnung von Schwefel verwendet; es verwandelt ſich derſelbe nämlich beim ſtarken Glühen unter Abgabe von Schwefel in eine niedere Schwefelungsſtufe des Eiſens, die auf 7 Atome Eiſen 8 Atome Schwefel enthält, alſo Fe_7S_8 iſt. Demnach iſt dieſer Vorgang folgender :



Formel : $7\ FeS_2 = Fe_7S_8 + 6\ S.$

Dieſe Verbindung widerſpricht indeſſen nicht, wie es dir wohl anfangs ſcheint, dem Geſetze der einfachen Gewichtsverhältniſſe, ſondern es beſteht das Fe_7S_8 oder achtſiebentel Schwefeleiſen aus einer Verbindung von 6 Atomen einfach und 1 Atom zweifach Schwefeleiſen, ſo daß alſo obiges Schema eigentlich folgendermaßen geſchrieben werden muß:

Aus dem Schwefeleiſen wird namentlich in Böhmen viel Schwefel dargeſtellt; der Rückſtand findet unter dem Namen von Schwefelbränden Anwendung zur Darſtellung von Eiſenvitriol und von Schwefelſäure, wie wir ſpäter ſehen werden.

Die Eigenſchaft des Schwefels zu ſchmelzen und bei ungeſtörtem Erkalten zu kryſtalliſiren iſt dir von Präp. Nr. XVII her noch erinnerlich; es zeigt derſelbe beim weiteren Erhitzen noch beſondere Eigenthümlichkeiten, wie du leicht in folgender Weiſe erfahren wirſt: Bringe in einem kleinen bedeckten heſſiſchen Tiegel, oder auch in einer trockenen Reagenzröhre eine geringe Menge Schwefel zum Schmelzen; er wird eine helle, dünne Flüſſigkeit vorſtellen; erhitze nun langſam ſtärker; die Farbe wird immer dunkler, die Flüſſigkeit immer dicker werden, bis du endlich eine dunkelbraune ſyrupdicke Maſſe erhältſt, die ſo ſteif iſt, daß du das Gefäß umkehren kannſt, ohne daß ſie ausfließt, wenn dieſes nicht ein ſehr weiter Tiegel iſt. Bei noch mehr ſteigender Temperatur wird der Schwefel wieder dünnflüſſig, und geht, wenn du ihn nunmehr wieder erkalten läſſeſt, durch den dickflüſſigen und den erſten dünnflüſſigen Zuſtand wieder in die feſte Form über, in welcher er eine kryſtalliniſche Structur beſitzt. Erhitze ihn nochmals bis zu dem Punkte, wo er aus dem dickflüſſigen Zuſtande durch etwas größere Hitze in den zweiten dünnflüſſigen übergeht, und gieße ihn alsdann in Waſſer aus, wobei du aber Sorge tragen mußt, daß er nicht aus großer Höhe herabfällt, weil er ſich dann entzündet und du von dem entwickelten Gaſe ſehr beläſtigt werden würdeſt. Der in Waſſer plötzlich abgekühlte Schwefel wird eine Zeit lang zäh und weich bleiben und ſich in durchſcheinende Fäden ziehen laſſen; erſt nach einiger Zeit geht er in den gewöhnlichen harten Zuſtand über und nimmt die hellgelbe Farbe wieder an. Ueberhaupt wirſt du den Tiegel

möglichſt bedeckt halten müſſen, und ſollte durch Springen deſſelben oder aus ſonſt einer Urſache der Schwefel ausfließen oder in größerer Maſſe Feuer fangen, nur durch Bedecken, etwa mit einem feuchten Tuche, das Feuer zu löſchen und dann gleich friſchen Luftzug im Zimmer anzuregen haben.

Der Schwefel leitet die Wärme ſo ſchlecht, daß ein dickes Stück Stangenſchwefel in der warmen Hand durch die ungleiche Ausdehnung ſeiner Theile unter Knacken in Stücke zerſpringt. Durch Reibung wird er ſo electriſch, daß er ſich deshalb nicht gut im Mörſer pulvern läßt, weil die einzelnen Theile durch ihre Electricität ſich zu feſt anziehen.

Der Schwefel iſt in Waſſer vollkommen unlöslich, löſt ſich in fetten Oelen wenig, in Terpentinöl mehr, ebenſo in Schwefelkohlenſtoff auf; Weingeiſt löſt ebenfalls etwas auf.

Bei 400° fängt der Schwefel an zu ſieden und läßt ſich deſtilliren. Hierauf beruht ſeine Reinigung im Großen. Man erhitzt ihn zum Kochen und leitet die Dämpfe in große gemauerte Kammern, worin ſie ſich durch die Abkühlung verdichten; man erhält ſo den Schwefel in Geſtalt eines ſehr feinen und zarten Pulvers („Schwefelblumen"). Geht die Deſtillation aber längere Zeit fort, ſo erhitzen ſich die Wände der Verdichtungskammer ſo, daß die Dämpfe ſich nur zu flüſſigem Schwefel verdichten können, den man alsdann in cylindriſche Formen gießt („Stangenſchwefel"). Ueber die Anwendung des Schwefels zum Schießpulver erfährſt du ſpäter das Nähere.

An der Luft erhitzt entzündet ſich der Schwefel und bildet mit dem Sauerſtoff die

ſchweflige Säure

SO_2,

die durch den bekannten Geruch des brennenden Schwefels gekennzeichnet iſt. Es wird überflüſſig ſein, dich durch einen eigenen Verſuch hiervon zu überzeugen, indem du noch andere Arten der Darſtellung dieſer Verbindung kennen lernen ſollſt. Man kann z. B. den Schwefel ſtatt durch Verbrennen in der Luft auch durch Erhitzen mit Braunſtein oxydiren: Miſche 4 Theile Schwefelblumen und 5½ Theile Braunſtein und erhitze das Gemenge in einer kleinen Retorte, die mit einer Waſchflaſche verbunden iſt, aus welcher die Ableitungsröhre in die zum Auffangen des Productes beſtimmten und wohl getrockneten Gefäße führt, worin das Gas ohne Beihülfe von Waſſer wie die anderen ſchweren Gaſe, die wir kennen lernten, geſammelt wird. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt nämlich mehr als das Doppelte der Luft. Bei dieſer Operation bleibt in der Retorte Schwefelmangan zurück, welches du nach Beendigung

des Verſuches für ſpätere Verwendung aufheben kannſt. Die Zerſetzung läßt ſich ausdrücken durch die Formel :

$$MnO_2 + 2\,S = MnS + SO_2,$$

wofür du das Schema und die Erklärung leicht finden wirſt.

Wenn du einige Flaſchen und ein paar Cylindergläſer mit dem Gaſe gefüllt haſt, ſo kannſt du folgende Beobachtungen daran machen.

Die ſchweflige Säure iſt ein farbloſes Gas von erſtickendem Geruch und (vorſichtig! denn es iſt zugleich von) giftigen Eigenſchaften. Den Geruch beobachteſt du ſicherer an der Löſung als an dem Gaſe, da du von letzterem leicht zu viel einathmen könnteſt. Ein brennender Körper verlöſcht darin augenblicklich, und es würde ſich daher wegen ſeiner Schwere zu denſelben Verſuchen eignen, wie das Kohlenſäuregas, wenn nicht bei den meiſten ſein erſtickender Geruch und ſeine Schädlichkeit hindernd in den Weg träten. Feuchtes Lackmuspapier wird erſt geröthet und dann gebleicht. Pflanzenfarben überhaupt werden gebleicht, farbige Blumen z. B. werden farblos oder doch ſehr blaß in dem Gaſe. Dieſes rührt nicht von einem Zerſtören des Farbeſtoffes (wie beim Chlor), ſondern von dem Entſtehen einer farbloſen Verbindung der ſchwefligen Säure mit dem Farbſtoff her; daher werden die Farben durch Vertreibung der ſchwefligen Säure mittelſt Eintauchen in ſehr verdünnte Schwefelſäure wieder hergeſtellt. Man wendet daher den brennenden Schwefel zum Bleichen von mehreren Stoffen an, die zu dieſem Zwecke feucht ſein müſſen. Später verliert ſich die Wirkung dieſes Bleichens, wenn die Säure an der Luft allmälig entweicht. Den Verſuch über das Bleichvermögen dieſer Säure kannſt du leicht folgendermaßen anſtellen : In eine kleine Kiſte hänge die zu bleichenden Gegenſtände — wie Stroh, Wolle, Blumen u. ſ. w. — nachdem ſie vorher befeuchtet worden, auf und bringe dann ein Schälchen mit geſchmolzenem und brennendem Schwefel hinein, ſo daß nach dem Zudecken des Kiſtchens der Schwefel noch fortbrennt.

Da das Bleichen auf einer Verbindung der ſchwefligen Säure mit dem färbenden Stoffe beruht, ſo wird die Wirkung aufgehoben, wenn man die ſchweflige Säure durch eine ſtärkere austreibt. Eine rothe Roſe wird daher beim Eintauchen in eine Löſung von ſchwefliger Säure weiß und erlangt in ſehr verdünnter Schwefelſäure ihre rothe Farbe wieder.

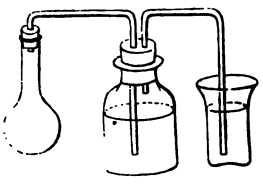
Die ſchweflige Säure iſt in Waſſer leicht löslich; von der erhaltenen Löſung, wie z. B. von der in der Waſchflaſche befindlichen, laſſe einen Theil in einem offenen Gefäße vor dem Fenſter ſtehen; wir werden ſie nach einigen Tagen ſehr verändert finden. Bleiſuperoxyd, in

ein Cylinderglas mit ſchwefliger Säure gebracht, verwandelt ſich darin unter Erglühen in ein weißes Pulver; wir kommen darauf ſpäter noch zurück.

Endlich hebe auch ein paar Gasflaſchen mit dem Gaſe wohlverſchloſſen auf.

Wenn hierbei die ſchweflige Säure durch einen Oxydationsproceß aus dem Schwefel erhalten wird, ſo kann man ſie auch, wie du gleich ſehen wirſt, aus der Schwefelſäure durch einen Reductionsproceß erhalten: Richte einen kleinen Apparat her, der nebenſtehender Zeichnung (Fig. 137) entſpricht; der Kolben iſt eins von den ſogenannten mikrochemiſchen Kölbchen, deren du dir am beſten ein halbes Dutzend von einem Glasbläſer blaſen läſſeſt; die Kugel hat etwa 1 Zoll Durchmeſſer. Auch kannſt du deren gelegentlich einige kommen laſſen; wir haben deren noch öfter nöthig. Für dieſes Mal kann dieſes Kölbchen allerdings auch durch eine kleine Retorte oder durch eine Reagenzröhre erſetzt werden. In die kleine Waſchflaſche kommt Waſſer, in das Kölbchen oder dergleichen Kohle und Schwefelſäure, wie in Präp. V (I. Theil) und in das vorgehaltene Gläschen etwas Kalkwaſſer. Nun erhitze das Gemiſch von Kohle und Säure eine Zeit lang: du wirſt das Kalkwaſſer ſich trüben ſehen, zum Beweiſe, daß Kohlenſäure entwichen iſt, und nach dem Auseinandernehmen des Apparates wirſt du in der Waſchflaſche den Geruch der ſchwefligen Säure bemerken; folglich iſt durch die Umwandlung der Schwefelſäure in ſchweflige Säure die Kohle oxydirt worden, alſo hat eine Reduction der Schwefelſäure ſtattgefunden. Auch durch Metalle kann dieſes geſchehen, nur bleibt dann ein Theil der Schwefelſäure mit dem entſtehenden Metalloxyd verbunden. Auch hiervon kannſt du dich leicht durch einen Verſuch im Kleinen überzeugen; wenn du z. B. Kupfer mit Schwefelſäure erhitzeſt, ſo entwickelt ſich ſchweflige Säure und das Kupferoxyd geht in Löſung (blaue Farbe der erhaltenen Flüſſigkeit). Man benutzt dieſen Weg zur Darſtellung der reinen ſchwefligen Säure, da die Anwendung von Kohle dieſelbe mit Kohlenſäure, die Verbrennung des Schwefels in der Luft aber mit Stickſtoff gemiſcht liefert. Es führen uns die beiden erſten Methoden auf die Zuſammenſetzung der

Fig. 137.



Denn wenn man die Menge der entwickelten Kohlensäure mit der Menge der gleichzeitig erhaltenen schwefligen Säure vergleicht, so findet man, daß auf je 1 Aequivalent der ersteren genau 2 Aequivalente der letzteren entstehen. Es muß also 1 Aequivalent der letzteren entstanden sein durch Entziehung von 1 Aequivalent Sauerstoff, d. h. es muß die Schwefelsäure 1 Atom Sauerstoff mehr enthalten als die schweflige Säure, d. h. sie muß SO_3 sein. Auf ähnliche Weise führt uns die andere Methode zu diesem Resultat; denn wenn man die Menge schwefliger Säure bestimmt, welche man auf 1 Aequivalent Kupferoxyd in der Lösung erhält, so findet man ebenfalls 1 Aequivalent; es muß dieses also, da 1 Aequivalent Kupferoxyd 1 Atom Sauerstoff enthält, dieses abgegeben haben, d. h. es muß SO_2 aus SO_3 entstanden sein. Es läßt sich dasselbe indessen auch direct nachweisen: Der Schwefel verbrennt zwar, selbst im Sauerstoff und in den höchsten Temperaturen immer nur zu schwefliger Säure, allein er kann durch Kochen mit concentrirter Salpetersäure direct in Schwefelsäure übergeführt werden. Wenn man nun den Schwefel vorher wägt und nachher das Gewicht der erhaltenen Schwefelsäure bestimmt (was indessen nur nach ihrer Verbindung mit einer gewogenen Menge einer Base geschehen kann), so läßt sich daraus leicht die Zusammensetzung, mithin die obige Formel erhalten.

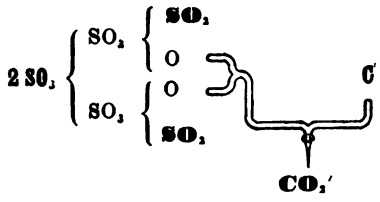
Auch durch Oxydation der schwefligen Säure kann man Schwefelsäure erhalten. Wenn du das Gefäß mit der Lösung der ersteren, welches du vor's Fenster gestellt hast, nach einigen Tagen untersuchst, so wirst du den Geruch verschwunden finden, und ein blaues Lackmuspapier wird in derselben geröthet, aber nicht gebleicht. Eben so wie das Stehen an der Luft wirkt Erhitzen mit einigen Tropfen Salpetersäure. Um dies noch sicherer zu erkennen, wollen wir eine Probe auf beide Säuren vornehmen.

Schwefligsaurer Baryt ist in verdünnten Säuren löslich, schwefelsaurer Baryt vollständig unauflöslich. Wenn du in die früher dargestellte Lösung der schwefligen Säure etwas Chlorbaryum gießest, so wird ein weißer Niederschlag entstehen, der sich auf den Zusatz von reiner Salzsäure und Wasser wieder auflöst, sofern die schweflige Säure rein war; bei Anwendung von verdünnter Schwefelsäure, statt der schwefligen Säure, verschwindet aber der Niederschlag beim Zusatz von Salzsäure nicht; dasselbe geschieht bei Anwendung von mit Sal-

 gten

peterſäure erhitzter ſchwefliger Säure. Dadurch wird das eben Geſagte zur Genüge bewieſen. Auch den Verſuch, daß der Schwefel durch die rauchende Salpeterſäure in Schwefelſäure verwandelt wird, kannſt du leicht anſtellen und dich mittelſt Barytſalzlöſung von dem Erfolg überzeugen.

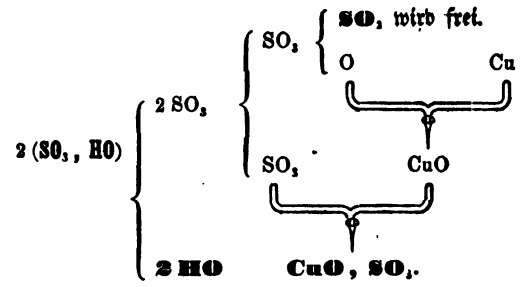
Alle dieſe Methoden liefern jedoch, der Natur der Sache nach, nur waſſerhaltige Schwefelſäure (1). Waſſerfreie Schwefelſäure kann auf folgende Weiſe erhalten werden: Man leitet Sauerſtoff und ſchweflige Säure, beide als gut getrocknete, völlig waſſerleere Gaſe zuſammen in eine glühende Röhre, in welcher ſich gewiſſe pulverförmige Körper befinden, welche die Eigenſchaft haben, in der Glühhitze die Vereinigung der beiden Körper zu veranlaſſen, ohne ſelbſt im geringſten daran Theil zu nehmen. Solche Körper ſind z. B. Eiſenoxyd, Chromoxyd und feingepulvertes Platinametall („Platinaſchwamm"). In einer abgekühlten Vorlage verdichtet ſich dann die Schwefelſäure in Geſtalt weißer ſchneeähnlicher Nadeln, die ſich durch die große Begierde auszeichnen, mit welcher ſie Waſſer anziehen, womit ſich die waſſerfreie Schwefelſäure unter heftiger Erhitzung zu gewöhnlicher Schwefelſäure vereinigt. Beim Zuſatze einer unbeſtimmten Menge Waſſers erhält man eine Flüſſigkeit, die beim Verdampfen alles Waſſer bis auf ein Atom abgiebt, welches nicht verjagt werden kann. Wir betrachten daher SO_3, HO als eine chemiſche Verbindung, in welcher das Waſſer durch eine Baſis, oder auch der Waſſerſtoff durch ein Metall vertreten werden kann, ſo daß SO_3, HO auch als ein Salz gelten darf, worin der Waſſerſtoff die Rolle des Metalls ſpielt. Hiernach ſind die Formeln und Schemata für die eben gegebenen Darſtellungen der ſchwefligen Säure:



Formel: $2\,SO_3 + C = 2\,SO_2 + CO_2$

und

(1) Bei der Beſtimmung der durch Oxydation des Schwefels erhaltenen Menge wird aber dieſes Waſſer nicht mitgewogen, weil es beim Eintreten der Baſis austritt und nur die reine Säure mit der Baſe gewogen wird.



$$2\,(SO_3,\,HO) + Cu = CuO,\,SO_3 + SO_2 + 2\,HO.$$

Die Schwefelsäure wird im Großen dargestellt und in zweierlei Gestalt in den Handel gebracht, entweder als Hydrat (mit einem selten fehlenden geringen Ueberschuß von Wasser), als englische Schwefelsäure, oder als Hydrat mit einem Ueberschuß von gelöster wasserfreier Säure, als nordhäuser Vitriolöl. Ehe wir die Darstellung des letzteren näher betrachten, müssen wir jedoch einige Salze der Schwefelsäure kennen lernen; die Darstellung der englischen Schwefelsäure aber reiht sich ganz natürlich an das Vorhergehende an. Sie soll daher den Gegenstand des nächsten Briefes bilden. Hierbei noch schließlich die Antworten zu meinen letzten Aufgaben:

1) a. 25 Pfund 6½ Loth, b. 6,3126 Gramm, c. $6\frac{3}{10}$ Unzen und 14½ % Wasser.

Zu der 2. Aufgabe will ich dir die vollständige Lösung geben: Wenn 100 Theile Säure 40 Theile Wasser enthalten sollen, so müssen 6 Theile wasserfreie Säure mit 4 Theilen Wasser verbunden sein. In dem Hydrat der Säure sind aber 54 Theile wasserfreie Säure mit 9 Theilen Wasser, oder 6 Theile mit 1 Theil Wasser verbunden; es bleiben also auf 6 Theile wasserfreie Säure zuzusetzen: 3 Theile Wasser, oder auf 7 Theile des Hydrats 3 Theile Wasser; da die oben gefundenen Mengen Salpetersäurehydrat sind, so folgt hieraus für a. 10 Pfund 25½ Loth, b. 2,7 Gramm, c. $2\frac{7}{10}$ Unzen.

Die Antworten für die 3. Aufgabe lauten, wie du gefunden haben wirst:

a. 101,2 Pfund, b. 1 Ctr. 66 Pfund, $11\frac{1}{3}$ Unzen.

Bei der 4. Aufgabe hast du zunächst die Mengen wasserfreier Säure zu suchen, die in den verlangten Mengen bei dem gegebenen Procentgehalt enthalten sind, und hieraus die erforderliche Menge Salpeter zu berechnen, die dazu nöthig ist, indem du bedenkst, daß 101,2 Theile Salpeter (63 Theile Hydrat mit einem Gehalt von) 54 wasserfreie Säure liefern. *Du wirst finden*, daß die 72,71 Pfund der verlangten

48. Brief.

Schwefel; Darſtellung und Eigenſchaften. Schweflige Säure; Schwefelſäure; Ableitung der Zuſammenſetzung beider. Verhalten beider Säuren zu Barytlöſungen. Darſtellung der waſſerfreien Säure. Erklärung der Darſtellungen der ſchwefligen Säure. Antworten, Auflöſungen und Aufgaben.

Die zweite der oft erwähnten ſtarken Säuren, welche wir noch z betrachten haben, iſt die Schwefelſäure. Der Name leitet uns hier m Sicherheit auf ihre Zuſammenſetzung aus Schwefel und Sauerſtoff. D ſie außerdem durch Verbindung dieſer beiden Stoffe erzeugt wird, haben wir uns vorher noch mit dem

Schwefel

S = 16

zu beſchäftigen. Dieſer einfache Körper findet ſich in manchen vulkan ſchen Gegenden frei in größeren oder kleineren Stücken, oder auch al Beimiſchung der Erde; man ſammelt ihn und bringt ihn, nach eine vorläufigen Reinigung durch Ausſchmelzen, in den Handel. Ferner find er ſich in Verbindung mit ſehr vielen Metallen in den ſogenannte Kieſen oder Glanzen. Die meiſten derſelben werden zur Ausbringun der Metalle benutzt, wobei jedoch der Schwefel größtentheils verlore geht. Nur eine ſeiner Verbindungen mit dem Eiſen, der Eiſen- ob Schwefelkies, deſſen Zuſammenſetzung der Formel FeS_2 entſpricht, wi in großer Maſſe zur Gewinnung von Schwefel verwendet; es verwa delt ſich derſelbe nämlich beim ſtarken Glühen unter Abgabe von Schwe in eine niedere Schwefelungsſtufe des Eiſens, die auf 7 Atome Eiſ 8 Atome Schwefel enthält, alſo Fe_7S_8 iſt. Demnach iſt dieſer Vorga folgender :

49. Brief.

g. Darſtellung der waſſerhaltigen Schwefelſäure; Grundzüge der Fabrikation der engliſchen Schwefelſäure. — Antworten und Aufgaben.

ie Schwefelſäure bildet ohne Zweifel das Fundament aller Dar-
en von Körpern auf chemiſchem Wege. Welche Fabrikation chemi-
roducte man auch betrachten mag, faſt überall hat dieſe Säure
oder ſpäter, mittelbar oder unmittelbar, einmal mitgewirkt. Ihre
keit läßt ſich faſt an jeder Stelle der ganzen weitverzweigten
jen Induſtrie nachweiſen und ſie übt auf dieſelbe den entſchieden-
nfluß aus. Sie verdient daher gewiß, daß wir uns mit ihrer
llung etwas näher befaſſen; leider erlaubt mir aber der Umfang
Briefe, und die Rückſicht auf eine möglichſt gleichmäßige Behand-
es großen Stoffes nicht, ſpeciell auf die angewandten Einrich-
, Apparate und Manipulationen einzugehen. Ich bedauere dies
mehr, als ſich in keinem Induſtriezweige ſo ſehr wie
ie Bemühungen geltend gemacht haben, alle Theile auf einen
ſt hohen Grad von Vollkommenheit zu bringen, und nirgends
ckmäßige und ſo ſinnreiche Einrichtungen getroffen worden ſind,
r.

ch werde mich auf die Entwickelung der Principien und deren
dung beſchränken müſſen, und muß es einem ſpäteren näher ein-
n Studium überlaſſen, dich genau mit allem hierauf weiter Be-
m bekannt zu machen.

trenggenommen könnte man den Schwefel — welcher das alleinige
al der engliſchen Schwefelſäurefabrikation bildet (1) —, durch

(1) Denn der in manchen Fabriken verbrauchte Schwefelkies dient nur durch
Schwefelgehalt, den man auch zuerſt davon trennen kann, wie es ebenfalls
geſchieht.

Verbrennen in schweflige Säure verwandeln, diese in Wasser leiten und durch Aussetzen an die Luft in Schwefelsäure überführen; allein es würde einestheils dabei zu viel Wasser erfordert und eine zu verdünnte Säure erhalten werden, anderntheils würde die Zeit, die zur Oxydation durch die Luft bedingt würde, zu groß sein, und endlich würde beim Aussetzen der Lösung einer so flüchtigen Säure hiervon zu viel in die Luft entweichen, als daß dieses Verfahren anwendbar wäre.

Es muß daher ein kräftigeres und rascheres Oxydationsmittel gewählt werden. Wir haben ein solches in der Salpetersäure kennen gelernt und diese wird denn auch in der Wirklichkeit angewandt. Wenn man aber nur beide Säuren vermischen und dann die Schwefelsäure durch Abdampfen concentriren wollte, so würde man für die Bildung eines jeden Atoms Schwefelsäure auch ein Atom Salpetersäure bedürfen; diese wird aber, wie du weißt, nur mittelst Schwefelsäure aus dem Salpeter gewonnen und dabei zu jedem Atom zu erhaltender Salpetersäure auch 1 Atom oder gar 2 Atome Schwefelsäure erfordert. Man würde also gar keinen Nutzen haben, sondern immer nur höchstens so viel Schwefelsäure erhalten, als vorher zur Darstellung der Salpetersäure verbraucht worden war. Man hat daher, wenn dieses Verfahren angewandt werden soll, das Nebenproduct, die Untersalpetersäure, zu benutzen, aus welcher man wieder Salpetersäure erhalten kann.

Du wirst dich nämlich erinnern, daß dieses Gas durch Wasser in Stickstoffoxyd und Salpetersäure zerlegt wird, so daß man immer wieder Salpetersäure, wenn auch weniger als angewandt worden, erhält. Aus 3 Aequivalenten Salpetersäure erhält man nach der Oxydation der schwefligen Säure auch 3 Aequivalente Untersalpetersäure; diese liefern mit Wasser wieder 2 Aequivalente Salpetersäure und 1 Aequivalent Stickstoffoxyd; hieraus aber können stets 2 Aequivalente Salpetersäure wieder erzeugt werden, ohne weitere Veränderung dieser Menge, wenn man Luft hinzutreten läßt; denn die beiden Aequivalente Salpetersäure müssen durch die Oxydation der schwefligen Säure abermals 2 Aequivalente Untersalpetersäure liefern, während das 1 Aequivalent Stickstoffoxyd durch die Berührung mit der Luft ebenfalls 1 Aequivalent Untersalpetersäure giebt; also haben wir neuerdings 3 Aequivalente Untersalpetersäure, die ja gerade ausreichen, um mit Wasser wieder 2 Aequivalente Salpetersäure zu liefern, worauf der Proceß von Neuem beginnen kann. Das Ganze wird dir noch deutlicher werden, wenn ich es dir mit Formeln wiederhole:

des Verſuches für ſpätere Verwendung aufheben kannſt. Die Zerſetzung läßt ſich ausdrücken durch die Formel:

$$MnO_2 + 2\,S = MnS + SO_2,$$

wofür du das Schema und die Erklärung leicht finden wirſt.

Wenn du einige Flaſchen und ein paar Cylindergläſer mit dem Gaſe gefüllt haſt, ſo kannſt du folgende Beobachtungen daran machen.

Die ſchweflige Säure iſt ein farbloſes Gas von erſtickendem Geruch und (vorſichtig! denn es iſt zugleich von) giftigen Eigenſchaften. Den Geruch beobachteſt du ſicherer an der Löſung als an dem Gaſe, da du von letzterem leicht zu viel einathmen könnteſt. Ein brennender Körper verlöſcht darin augenblicklich, und es würde ſich daher wegen ſeiner Schwere zu denſelben Verſuchen eignen, wie das Kohlenſäuregas, wenn nicht bei den meiſten ſein erſtickender Geruch und ſeine Schädlichkeit hindernd in den Weg träten. Feuchtes Lackmuspapier wird erſt geröthet und dann gebleicht. Pflanzenfarben überhaupt werden gebleicht, farbige Blumen z. B. werden farblos oder doch ſehr blaß in dem Gaſe. Dieſes rührt nicht von einem Zerſtören des Farbeſtoffes (wie beim Chlor), ſondern von dem Entſtehen einer farbloſen Verbindung der ſchwefligen Säure mit dem Farbſtoff her; daher werden die Farben durch Vertreibung der ſchwefligen Säure mittelſt Eintauchen in ſehr verdünnte Schwefelſäure wieder hergeſtellt. Man wendet daher den brennenden Schwefel zum Bleichen von mehreren Stoffen an, die zu dieſem Zwecke feucht ſein müſſen. Später verliert ſich die Wirkung dieſes Bleichens, wenn die Säure an der Luft allmälig entweicht. Den Verſuch über das Bleichvermögen dieſer Säure kannſt du leicht folgendermaßen anſtellen: In eine kleine Kiſte hänge die zu bleichenden Gegenſtände — wie Stroh, Wolle, Blumen u. ſ. w. — nachdem ſie vorher befeuchtet worden, auf und bringe dann ein Schälchen mit geſchmolzenem und brennendem Schwefel hinein, ſo daß nach dem Zudecken des Kiſtchens der Schwefel noch fortbrennt.

Da das Bleichen auf einer Verbindung der ſchwefligen Säure mit dem färbenden Stoffe beruht, ſo wird die Wirkung aufgehoben, wenn man die ſchweflige Säure durch eine ſtärkere austreibt. Eine rothe Roſe wird daher beim Eintauchen in eine Löſung von ſchwefliger Säure weiß und erlangt in ſehr verdünnter Schwefelſäure ihre rothe Farbe wieder.

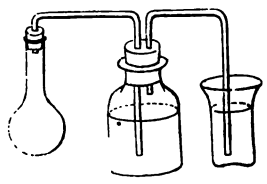
Die ſchweflige Säure iſt in Waſſer leicht löslich; von der erhaltenen Löſung, wie z. B. von der in der Waſchflaſche befindlichen, laſſe einen Theil in einem offenen Gefäße vor dem Fenſter ſtehen; wir werden ſie nach einigen Tagen ſehr verändert finden. Bleiſuperoxyd, in

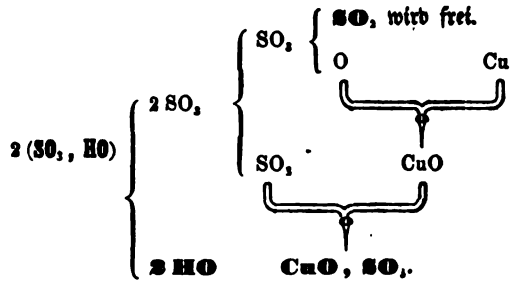
ein Cylinderglas mit ſchwefliger Säure gebracht, verwandelt ſich darin unter Erglühen in ein weißes Pulver; wir kommen darauf ſpäter noch zurück.

Endlich hebe auch ein paar Gasflaſchen mit dem Gaſe wohlverſchloſſen auf.

Wenn hierbei die ſchweflige Säure durch einen Oxydationsproceß aus dem Schwefel erhalten wird, ſo kann man ſie auch, wie du gleich ſehen wirſt, aus der Schwefelſäure durch einen Reductionsproceß erhalten: Richte einen kleinen Apparat her, der nebenſtehender Zeichnung (Fig. 137) entſpricht; der Kolben iſt eins von den ſogenannten mikrochemiſchen Kölbchen, deren du dir am beſten ein halbes Dutzend von einem Glasbläſer blaſen läſſeſt; die Kugel hat etwa 1 Zoll Durchmeſſer. Auch kannſt du deren gelegentlich einige kommen laſſen; wir haben deren noch öfter nöthig. Für dieſes Mal kann dieſes Kölbchen allerdings auch durch eine kleine Retorte oder durch eine Reagenzröhre erſetzt werden. In die kleine Waſchflaſche kommt Waſſer, in das Kölbchen oder dergleichen Kohle und Schwefelſäure, wie in Präp. V (I. Theil) und in das vorgehaltene Gläschen etwas Kalkwaſſer. Nun erhitze das Gemiſch von Kohle und Säure eine Zeit lang: du wirſt das Kalkwaſſer ſich trüben ſehen, zum Beweiſe, daß Kohlenſäure entwichen iſt, und nach dem Auseinandernehmen des Apparates wirſt du in der Waſchflaſche den Geruch der ſchwefligen Säure bemerken; folglich iſt durch die Umwandlung der Schwefelſäure in ſchweflige Säure die Kohle oxydirt worden, alſo hat eine Reduction der Schwefelſäure ſtattgefunden. Auch durch Metalle kann dieſes geſchehen, nur bleibt dann ein Theil der Schwefelſäure mit dem entſtehenden Metalloxyd verbunden. Auch hiervon kannſt du dich leicht durch einen Verſuch im Kleinen überzeugen; wenn du z. B. Kupfer mit Schwefelſäure erhitzeſt, ſo entwickelt ſich ſchweflige Säure und das Kupferoxyd geht in Löſung (blaue Farbe der erhaltenen Flüſſigkeit). Man benutzt dieſen Weg zur Darſtellung der reinen ſchwefligen Säure, da die Anwendung von Kohle dieſelbe mit Kohlenſäure, die Verbrennung des Schwefels in der Luft aber mit Stickſtoff gemiſcht liefert. Es führen uns die beiden erſten Methoden auf die Zuſammenſetzung der

Fig. 137.





$$2\,(SO_3,\,HO) + Cu = CuO,\,SO_3 + SO_2 + 2\,HO.$$

Die Schwefelsäure wird im Großen dargestellt und in zweierlei Gestalt in den Handel gebracht, entweder als Hydrat (mit einem selten fehlenden geringen Ueberschuß von Wasser), als englische Schwefelsäure, oder als Hydrat mit einem Ueberschuß von gelöster wasserfreier Säure, als nordhäuser Vitriolöl. Ehe wir die Darstellung des letzteren näher betrachten, müssen wir jedoch einige Salze der Schwefelsäure kennen lernen; die Darstellung der englischen Schwefelsäure aber reiht sich ganz natürlich an das Vorhergehende an. Sie soll daher den Gegenstand des nächsten Briefes bilden. Hierbei noch schließlich die Antworten zu meinen letzten Aufgaben:

1) a. 25 Pfund 6½ Loth, b. 6,3126 Gramm, c. $6\frac{3}{16}$ Unzen und 14½ % Wasser.

Zu der 2. Aufgabe will ich dir die vollständige Lösung geben: Wenn 100 Theile Säure 40 Theile Wasser enthalten sollen, so müssen 6 Theile wasserfreie Säure mit 4 Theilen Wasser verbunden sein. In dem Hydrat der Säure sind aber 54 Theile wasserfreie Säure mit 9 Theilen Wasser, oder 6 Theile mit 1 Theil Wasser verbunden; es bleiben also auf 6 Theile wasserfreie Säure zuzusetzen: 3 Theile Wasser, oder auf 7 Theile des Hydrats 3 Theile Wasser; da die oben gefundenen Mengen Salpetersäurehydrat sind, so folgt hieraus für a. 10 Pfund 25½ Loth, b. 2,7 Gramm, c. $2\frac{7}{16}$ Unzen.

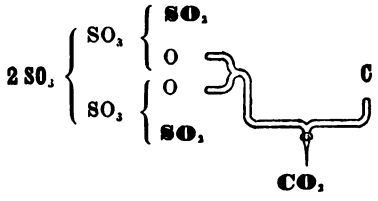
Die Antworten für die 3. Aufgabe lauten, wie du gefunden haben wirst:

a. 101,2 Pfund, b. 1 Ctr. 66 Pfund, $11\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ Unzen.

Bei der 4. Aufgabe hast du zunächst die Mengen wasserfreier Säure zu suchen, die in den verlangten Mengen bei dem gegebenen Procentgehalt enthalten sind, und hieraus die erforderliche Menge Salpeter zu berechnen, die dazu nöthig ist, indem du bedenkst, daß 101,2 Theile Salpeter (63 Theile Hydrat mit einem Gehalt von) 54 wasserfreie Säure liefern. Du wirst finden, daß die 72,71 Pfund der verlangten

petersäure erhitzter schwefliger Säure. Dadurch wird das eben Gesagte zur Genüge bewiesen. Auch den Versuch, daß der Schwefel durch die rauchende Salpetersäure in Schwefelsäure verwandelt wird, kannst du leicht anstellen und dich mittelst Barytsalzlösung von dem Erfolg überzeugen.

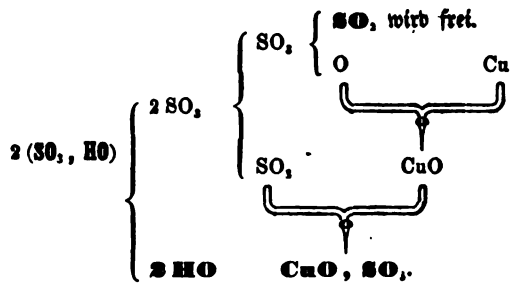
Alle diese Methoden liefern jedoch, der Natur der Sache nach, nur wasserhaltige Schwefelsäure (1). Wasserfreie Schwefelsäure kann auf folgende Weise erhalten werden: Man leitet Sauerstoff und schweflige Säure, beide als gut getrocknete, völlig wasserleere Gase zusammen in eine glühende Röhre, in welcher sich gewisse pulverförmige Körper befinden, welche die Eigenschaft haben, in der Glühhitze die Vereinigung der beiden Körper zu veranlassen, ohne selbst im geringsten daran Theil zu nehmen. Solche Körper sind z. B. Eisenoxyd, Chromoxyd und feingepulvertes Platinametall („Platinaschwamm"). In einer abgekühlten Vorlage verdichtet sich dann die Schwefelsäure in Gestalt weißer schneeähnlicher Nadeln, die sich durch die große Begierde auszeichnen, mit welcher sie Wasser anziehen, womit sich die wasserfreie Schwefelsäure unter heftiger Erhitzung zu gewöhnlicher Schwefelsäure vereinigt. Beim Zusatze einer unbestimmten Menge Wassers erhält man eine Flüssigkeit, die beim Verdampfen alles Wasser bis auf ein Atom abgiebt, welches nicht verjagt werden kann. Wir betrachten daher SO_3, HO als eine chemische Verbindung, in welcher das Wasser durch eine Basis, oder auch der Wasserstoff durch ein Metall vertreten werden kann, so daß SO_3, HO auch als ein Salz gelten darf, worin der Wasserstoff die Rolle des Metalls spielt. Hiernach sind die Formeln und Schemata für die eben gegebenen Darstellungen der schwefligen Säure:



Formel: $2\,SO_3 + C = 2\,SO_2 + CO_2$

und

(1) Bei der Bestimmung der durch Oxydation des Schwefels erhaltenen Menge wird aber dieses Wasser nicht mitgewogen, weil es beim Eintreten [illegible] austritt und nur die reine Säure mit der Base gewogen wird.



$$2\,(SO_3,\,HO) + Cu = CuO,\,SO_3 + SO_2 + 2\,HO.$$

Die Schwefelsäure wird im Großen dargestellt und in zweierlei Gestalt in den Handel gebracht, entweder als Hydrat (mit einem selten fehlenden geringen Ueberschuß von Wasser), als englische Schwefelsäure, oder als Hydrat mit einem Ueberschuß von gelöster wasserfreier Säure, als nordhäuser Vitriolöl. Ehe wir die Darstellung des letzteren näher betrachten, müssen wir jedoch einige Salze der Schwefelsäure kennen lernen; die Darstellung der englischen Schwefelsäure aber reiht sich ganz natürlich an das Vorhergehende an. Sie soll daher den Gegenstand des nächsten Briefes bilden. Hierbei noch schließlich die Antworten zu meinen letzten Aufgaben:

1) a. 25 Pfund 6½ Loth, b. 6,3126 Gramm, c. $6\frac{3}{16}$ Unzen und 14½ % Wasser.

Zu der 2. Aufgabe will ich dir die vollständige Lösung geben: Wenn 100 Theile Säure 40 Theile Wasser enthalten sollen, so müssen 6 Theile wasserfreie Säure mit 4 Theilen Wasser verbunden sein. In dem Hydrat der Säure sind aber 54 Theile wasserfreie Säure mit 9 Theilen Wasser, oder 6 Theile mit 1 Theil Wasser verbunden; es bleiben also auf 6 Theile wasserfreie Säure zuzusetzen: 3 Theile Wasser, oder auf 7 Theile des Hydrats 3 Theile Wasser; da die oben gefundenen Mengen Salpetersäurehydrat sind, so folgt hieraus für a. 10 Pfund 25½ Loth, b. 2,7 Gramm, c. $2\frac{7}{16}$ Unzen.

Die Antworten für die 3. Aufgabe lauten, wie du gefunden haben wirst:

a. 101,2 Pfund, b. 1 Ctr. 66 Pfund, $11\frac{1}{4}$ Unzen.

Bei der 4. Aufgabe hast du zunächst die Mengen wasserfreier Säure zu suchen, die in den verlangten Mengen bei dem gegebenen Procentgehalt enthalten sind, und hieraus die erforderliche Menge Salpeter zu berechnen, die dazu nöthig ist, indem du bedenkst, daß 101,2 Theile Salpeter (63 Theile Hydrat mit einem Gehalt von) 54 wasserfreie Säure liefern. Du wirst finden, daß die 72,71 Pfund der verlangten

Säure 58,69 wasserfreie Säure entsprechen und daß man gerade 1 Ctr. Salpeter braucht.

Um die vorzuschlagende Menge Wasser zu finden, ist derselbe Umweg wie vorhin nicht nöthig, sondern du brauchst nur die aus dem 1 Ctr. Salpeter zu erhaltende Menge Hydrat von der verlangten Menge verdünnter Säure abzuziehen; als Resultat erhältst du 4,240 Pfund Wasser.

Aufgaben.

1) Wie viel Schwefel und wie viel Schwefelbrände erhält man aus 1000 Pfund Schwefelkies?

2) Wie viel Kohle ist mit a. 98 Pfund, b. 13 Pfund 25 Loth Schwefelsäure zu vermischen, wenn nach dem Erhitzen im Apparate nichts zurückbleiben soll?

3) Wie viel Schwefelsäure ist zu reduciren, um a. 2 Pfund, b. 1 Kubikfuß (specifisches Gewicht 2,2186) schweflige Säure zu erhalten?

---

49. Brief.

ıg. Darstellung der wasserhaltigen Schwefelsäure; Grundzüge der Fabrikation der englischen Schwefelsäure. — Antworten und Aufgaben.

)ie Schwefelsäure bildet ohne Zweifel das Fundament aller Dar-
ıen von Körpern auf chemischem Wege. Welche Fabrikation chemi-
Producte man auch betrachten mag, fast überall hat diese Säure
oder später, mittelbar oder unmittelbar, einmal mitgewirkt. Ihre
keit läßt sich fast an jeder Stelle der ganzen weitverzweigten
hen Industrie nachweisen und sie übt auf dieselbe den entschieden-
influß aus. Sie verdient daher gewiß, daß wir uns mit ihrer
llung etwas näher befassen; leider erlaubt mir aber der Umfang
Briefe, und die Rücksicht auf eine möglichst gleichmäßige Behand-
es großen Stoffes nicht, speciell auf die angewandten Einrich-
, Apparate und Manipulationen einzugehen. Ich bedauere dies
) mehr, als sich in keinem Industriezweige so sehr wie
ie Bemühungen geltend gemacht haben, alle Theile auf einen
)st hohen Grad von Vollkommenheit zu bringen, und nirgends
eckmäßige und so sinnreiche Einrichtungen getroffen worden sind,
er.

ch werde mich auf die Entwickelung der Principien und deren
dung beschränken müssen, und muß es einem späteren näher ein-
en Studium überlassen, dich genau mit allem hierauf weiter Be-
em bekannt zu machen.

trenggenommen könnte man den Schwefel — welcher das alleinige
al der englischen Schwefelsäurefabrikation bildet (1) —, durch

Denn der in manchen Fabriken verbrauchte Schwefelkies dient nur durch
Schwefelgehalt, den man auch zuerst davon trennen kann, wie es ebenfalls
geschieht.

Verbrennen in schweflige Säure verwandeln, diese in Wasser leiten und durch Aussetzen an die Luft in Schwefelsäure überführen; allein es würde einestheils dabei zu viel Wasser erfordert und eine zu verdünnte Säure erhalten werden, anderntheils würde die Zeit, die zur Oxydation durch die Luft bedingt würde, zu groß sein, und endlich würde beim Aussetzen der Lösung einer so flüchtigen Säure hiervon zu viel in die Luft entweichen, als daß dieses Verfahren anwendbar wäre.

Es muß daher ein kräftigeres und rascheres Oxydationsmittel gewählt werden. Wir haben ein solches in der Salpetersäure kennen gelernt und diese wird denn auch in der Wirklichkeit angewandt. Wenn man aber nur beide Säuren vermischen und dann die Schwefelsäure durch Abdampfen concentriren wollte, so würde man für die Bildung eines jeden Atoms Schwefelsäure auch ein Atom Salpetersäure bedürfen; diese wird aber, wie du weißt, nur mittelst Schwefelsäure aus dem Salpeter gewonnen und dabei zu jedem Atom zu erhaltender Salpetersäure auch 1 Atom oder gar 2 Atome Schwefelsäure erfordert. Man würde also gar keinen Nutzen haben, sondern immer nur höchstens so viel Schwefelsäure erhalten, als vorher zur Darstellung der Salpetersäure verbraucht worden war. Man hat daher, wenn dieses Verfahren angewandt werden soll, das Nebenproduct, die Untersalpetersäure, zu benutzen, aus welcher man wieder Salpetersäure erhalten kann.

Du wirst dich nämlich erinnern, daß dieses Gas durch Wasser in Stickstoffoxyd und Salpetersäure zerlegt wird, so daß man immer wieder Salpetersäure, wenn auch weniger als angewandt worden, erhält. Aus 3 Aequivalenten Salpetersäure erhält man nach der Oxydation der schwefligen Säure auch 3 Aequivalente Untersalpetersäure; diese liefern mit Wasser wieder 2 Aequivalente Salpetersäure und 1 Aequivalent Stickstoffoxyd; hieraus aber können stets 2 Aequivalente Salpetersäure wieder erzeugt werden, ohne weitere Veränderung dieser Menge, wenn man Luft hinzutreten läßt; denn die beiden Aequivalente Salpetersäure müssen durch die Oxydation der schwefligen Säure abermals 2 Aequivalente Untersalpetersäure liefern, während das 1 Aequivalent Stickstoffoxyd durch die Berührung mit der Luft ebenfalls 1 Aequivalent Untersalpetersäure giebt; also haben wir neuerdings 3 Aequivalente Untersalpetersäure, die ja gerade ausreichen, um mit Wasser wieder 2 Aequivalente Salpetersäure zu liefern, worauf der Proceß von Neuem beginnen kann. Das Ganze wird dir noch deutlicher werden, wenn ich es dir mit Formeln wiederhole:

$3\,SO_2$ und $3\,NO_5$ geben : $3\,NO_4$ . . . . . und $3\,SO_3$
bei Waſſerzutritt wird $3\,NO_4 = NO_2 + 2\,NO_5$
es tritt hinzu . . . . . $2\,O$ und $2\,SO_2$

und es entſteht . . . . . $\underbrace{NO_4 + 2\,NO_4}$ und $2\,SO_3$,

die ſo zuſammentretenden $5\,NO_4$ werden
durch Waſſerzutritt wieder zu $NO_2 + 2\,NO_5$,
worauf der Proceß von Neuem beginnen kann
u. ſ. w.,

ſo daß immer wieder $2\,NO_5$ gebildet werden. Du ſiehſt alſo, daß in Folge dieſer Zerſetzung der Unterſalpeterſäure von den anfangs vorhandenen 3 Aequivalenten Salpeterſäure 2 Aequivalente ſtets wieder erzeugt werden, ſo daß der Proceß ohne weiteren Zuſatz hiervon immer weiter gehen kann, und nur der Zutritt von Sauerſtoff (oder atmoſphäriſcher Luft) und Waſſer bedingt wird, um immer neue Mengen ſchwefliger Säure in Schwefelſäure umzuwandeln. Den zu dieſer Oxydation nothwendigen Sauerſtoff liefert alſo — abgeſehen von der Oxydation in dem erſten Moment — nicht die Salpeterſäure, ſondern eigentlich die Luft, indem der von dieſer abgegebene Sauerſtoff es iſt, welcher aufgenommen wird. Dabei dient das Stickſtofforyd als Mittelglied, welches die Rolle des Ueberträgers dieſes Sauerſtoffes ſpielt, indem es ſich erſt in Unterſalpeterſäure und dann durch das Waſſer in Salpeterſäure verwandelt, und hierauf den zuvor erhaltenen Sauerſtoff an die ſchweflige Säure abgiebt.

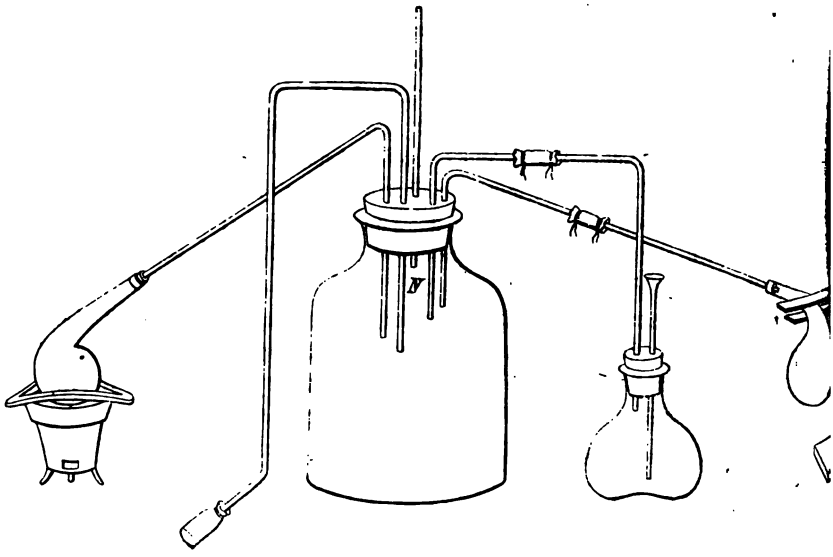
Du erſiehſt hieraus, daß bei der Anwendung des eben beſchriebenen Vorganges für die Schwefelſäurefabrikation im Großen ſtrenggenommen nur eine kleine Menge Salpeterſäure erfordert wird, daß ferner auch jede andere Oxydationsſtufe des Stickſtoffes — das Oxydul ausgenommen — benutzt werden kann; denn bei Gegenwart von Waſſer und Luft liefert jede mittelbar oder unmittelbar dieſelben Producte. Endlich erhellt daraus die Nothwendigkeit der Gegenwart des Waſſers an allen Punkten des in der Zerſetzung begriffenen Gasgemiſches, damit die geringe Menge Unterſalpeterſäure ſofort nach ihrer Entſtehung überall zerſetzt werde, und ſo zwar jedesmal nur wenig, aber deſto häufiger Salpeterſäure entſtehen könne.

Es ergeben ſich demnach folgende Stoffe als zur Darſtellung der Schwefelſäure unumgänglich nothwendig :

1) Schweflige Säure,
2) Salpeterſäure, Stickſtofforyd, ſalpetrige Säure oder Unterſalpeterſäure,
3) Sauerſtoff oder atmoſphäriſche Luft,
4) Waſſerdampf.

Daß durch den Zuſammentritt dieſer Stoffe wirklich Schwefelſäure erzeugt wird, davon kannſt du dich folgendermaßen überzeugen: Stelle den in beiſtehender Fig. 138 dargeſtellten Apparat her; an der Stelle

Fig. 138.



der großen Flaſche, welche ich gezeichnet habe, kannſt du auch einen recht großen Kolben, oder einen von den Glasballons nehmen, worin die rohen Säuren der Fabriken u. ſ. w. verſandt werden. Der durchbohrte Spunt, womit er verſchloſſen wird, braucht nicht dicht zu ſchließen und enthält ſogar bei N eine Oeffnung mit einer Röhre zum Entweichen der überſchüſſigen Gaſe. Ueber die weitere Herſtellung des Apparates habe ich nähere Anleitung dir zu geben wohl nicht nöthig; halte dich nur genau an die Zeichnung und achte im Uebrigen auf Folgendes:

In die eine Retorte kommen die Materialien zur Darſtellung der *ſchwefligen* Säure, nämlich Kupfer und Schwefelſäure, in den Kolben

mit Trichterröhre Kupfer und verdünnte Salpeterſäure zur langſamen Entwickelung von Stickſtofforyd, in die zweite Retorte Waſſer und einige Kohlenſtückchen zur Erleichterung des Siedens. Durch die vierte, lange, in den Ballon mündende Röhre wird mittelſt eines Blaſebalges von Zeit zu Zeit Luft eingeblaſen. Wenn du nun ſämmtliche Stoffe eine Zeit lang in der Flaſche ſo aufeinander haſt wirken laſſen, daß der Zutritt in der Weiſe geregelt wird, daß möglichſt keiner im Ueberſchuß vorhanden bleibt, außer etwa der Waſſerdampf, ſo findeſt du nach dem Auseinandernehmen des Apparates eine Flüſſigkeit in der großen Flaſche, die ſtark ſauer iſt, und von welcher einige Tropfen mit Barytſalzlöſung einen ſtarken, in verdünnter Salzſäure unauflöslichen Niederſchlag geben. Dampfe ſie in einer Porcellanſchale ab — du wirſt einige Tropfen einer ölähnlichen Flüſſigkeit erhalten, welche dieſelben Eigenſchaften wie die gewöhnliche Schwefelſäure zeigen und nichts anderes ſind, wie dieſe.

Es wird dir allerdings die Zuſammenſetzung dieſes Apparates viel Zeit und Mühe koſten, und das mag dir im Vergleich zu dem Reſultate von wenig Tropfen Schwefelſäure vielleicht allzu viel dünken; wenn du aber bedenkſt, daß du dadurch im Kleinen ein Bild der Schwefelſäurefabrikation im Großen bekommſt, ſo wirſt du die Arbeit nicht ſcheuen, den ohnehin intereſſanten Apparat zuſammenzuſtellen. Natürlich wird im Großen die ſchweflige Säure nicht aus Schwefelſäure dargeſtellt, ſondern aus brennendem Schwefel, allein es läßt ſich dies im Kleinen nicht gut ausführen.

Im Großen werden die Gaſe in großen bleiernen (1) Kaſten gemiſcht, die man Bleikammern nennt. Gewöhnlich ſind deren fünf in einander mündende vorhanden, die zuſammen einen Raum von mehr als 150000 Kubikfuß enthalten. Sie ſind ſo eingerichtet, daß ſich die verſchiedenen Gaſe während ihres Verweilens darin und ihres Durchziehens recht innig und eine nicht geringe Zeit hindurch vermiſchen.

Da die ſchweflige Säure mit viel Stickſtoff gemiſcht in dieſe Kammer gelangt, und auch durch die Abſorption des Sauerſtoffes aus der Luft viel Stickſtoff übrig bleibt, ſo muß derſelbe, als völlig nutzlos, fortgeſchafft werden. Zu dieſem Zwecke mündet die letzte der Bleikammern in einen Schornſtein. Zugleich wird dadurch der Zug bewirkt, welcher die Verbrennung des Schwefels möglich macht, und der ſo ſtark ſein muß, daß gleichzeitig noch ein Ueberſchuß von Luft eintritt, welcher den

(1) Weil Blei von der Schwefelſäure nicht, oder doch nur ſehr wenig angegriffen wird.

Sauerstoff für die weitere Oxydation der schwefligen Säure zu liefern hat.

Es läßt sich dann aber nicht vermeiden, daß gleichzeitig mit dem Stickstoff auch noch Untersalpetersäure oder Stickstoffoxyd entfernt wird, und obgleich man Einrichtungen getroffen hat, um die so verloren gehenden Stoffe möglichst wiederzugewinnen oder deren Menge zu verringern, so ist doch der Verlust nicht ganz zu vermeiden und die Ursache davon, daß die anfangs hinzugeführte Menge Salpetersäure (oder andere Oxydationsstufe des Stickstoffes) nicht ausreicht, sondern von Zeit zu Zeit neue zugesetzt werden muß.

Die Verbrennung des Schwefels findet in großen flachen Schalen statt, worüber, wenn der Schwefel einmal geschmolzen und angezündet ist, ein Luftstrom streicht, der sich dann, schweflige Säure und überschüssigen Sauerstoff enthaltend, nach den Bleikammern begiebt. Der Wasserdampf wird von einem Dampfkessel geliefert, aus welchem Röhren in alle Theile des Kammersystems münden, damit derselbe überall in hinreichender Menge vorhanden sei; die Salpetersäure läßt man von Zeit zu Zeit in eine der Kammern fließen, wo sie sich auf einem eigenen Apparate ausbreitet und allmälig als Dampf in die Atmosphäre der Kammern übergeht. Auch kann man durch Zersetzung salpetersaurer Salze (durch die überschüssige Wärme des Schwefelofens u. s. w.) andere Oxyde des Stickstoffes statt der Salpetersäure benutzen; je nach Umständen pflegt das eine oder das andere Verfahren als vortheilhafter befolgt zu werden.

Nachdem die sämmtlichen Gase während des Durchganges durch die Reihe der Bleikammern eine recht innige Vermischung und gegenseitige Zersetzung erlitten haben, und die gebildete Schwefelsäure durch das vorhandene Wasser zu einer Flüssigkeit — verdünnte Säure, Kammersäure — verdichtet worden, tritt der übrige Stickstoff mit Resten der anderen Gase durch den Schornstein aus. In diesem befindet sich häufig eine Condensationsvorrichtung für mitgerissene noch verwerthbare Gase und ein Apparat zur genauen Regulirung des Zuges. Hierauf kommt es ganz besonders an, weil bei zu geringem Zug kein freier Sauerstoff in die Kammern gelangt und bei zu starkem Zug zu viel Untersalpetersäure mit fortgerissen wird.

Das Product des Kammerapparates ist Schwefelsäurehydrat mit viel Wasser vermischt, welches außerdem noch von den in Anwendung gekommenen Gasen einen Antheil in Lösung enthält. Man bringt diese Flüssigkeit in eine Reihe von bleiernen Pfannen, in welchen sie durch Erhitzung concentrirt und von den darin gelösten Gasen befreit wird. Die Concentration bis auf den Punkt der verkäuflichen Säure zu bringen

iſt in dieſem Apparate nicht thunlich, weil der Siedepunkt bei ſeinem allmäligen Steigen endlich den Schmelzpunkt des Bleies erreichen würde. Deshalb ſind Apparate von dem unſchmelzbaren Platina erforderlich und dieſe müſſen die Geſtalt von Retorten mit Verdichtungsapparaten haben, weil kurz vor der völligen Concentration nicht mehr Waſſer allein, ſondern auch etwas Säure entweicht, welche nicht verloren gehen darf. Die Platinaretorten ſind trotz ihres hohen Anſchaffungspreiſes doch noch billiger als Glasretorten, weil dieſe dem Springen ausgeſetzt ſind, wodurch der Verluſt von viel Säure veranlaßt werden würde. Andere Metalle ſind wegen ihrer Einwirkung auf die Schwefelſäure unanwendbar.

Um die Säure in die Retorten zu füllen und dieſe auszuleeren, ohne daß die Abkühlung derſelben abgewartet zu werden braucht und ohne daß die Säure heiß ablaufe, hat man höchſt ſinnreiche Apparate conſtruirt, deren Beſchreibung mich aber hier zu weit führen würde.

Auf die Eigenſchaften der engliſchen Schwefelſäure komme ich im nächſten Briefe zurück; hier ſollen noch einige Aufgaben folgen; zunächſt aber die Antworten auf die des letzten Briefes:

1) 228,57 Pfund ($7 \underbrace{FeS_2}_{60} = \underbrace{Fe_7S_8}_{324} + \underbrace{6\,S}_{96}$). $\underbrace{}_{420}$

2) a. 2 Pfund, b. 27 Loth.

Du haſt vermuthlich andere Reſultate erhalten, weil du nicht Bedacht darauf genommen haſt, daß die anzuwendende Schwefelſäure 1 Atom Waſſer enthält, und ihr Atomgewicht folglich nicht, wie du gerechnet haben wirſt, 40, ſondern 49 iſt.

3) a. 3 Pfund 1 Unze, b. 9,342 Loth.

Für den letzten Fall iſt indeſſen zu bedenken, daß bei Anwendung von Kupfer dieſes nicht die wirklich zu verwendende Menge Säure iſt, ſondern die doppelte Menge erfordert wird, während bei der Anwendung der Kohle dieſe Menge gerade ausreicht.

Aufgaben.

1) **Wie viel Schwefelſäurehydrat erhält man aus der ſchwefligen Säure, die von a. 16 Pfund, b. 100 Pfund Schwefel herrührt, wenn nichts verloren geht?**

2) Wie viel 1. schweflige Säure, 2. Schwefel ist erforderlich, um a. 49 Gramm, b. 14700 Pfund Schwefelsäurehydrat zu erzeugen?

3) Wie viel Sauerstoff ist dabei zur Umwandlung der schwefligen Säure zu Schwefelsäure nöthig?

Außer etwas möglichst weißem ungebranntem Gyps bedarfst du zu den nächsten Versuchen keine Substanz, die du nicht schon besäßest.

[illegible]

Eigenschaften des [illegible]
salze [illegible]
felsäure [illegible]

Die Eigenschaften [illegible]
Es bildet eine [illegible]
siedet bei 325°, [illegible]
wandelt sich nicht [illegible]
Lackmus, selbst wenn [illegible]
dünnt ist.

Die Affinität der [illegible]
erhitzt sich [illegible]
säure eine [illegible]
aus dem Gefäß [illegible]
säure in Wasser [illegible]
steigen. Da [illegible]
schon zum Trocknen [illegible]
Schwefelsäure [illegible]
der Flüssigkeit durch [illegible]
große Affinität der Schwefelsäure [illegible]
der meisten organischen Körper [illegible]
lich Wasserstoff und Sauerstoff [illegible]
zusammen, in welchem sie Wasser bilden [illegible]
der Schwefelsäure. Da nun diese organischen Stoffe aus [illegible]
Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, so bleibt eine [illegible]
schwarze oder braune „verkohlte" Substanz übrig. Da [illegible]
überzeugen, daß Zucker, Kohle, Holz, Stärke oder dergleichen schon [illegible]

gewöhnlicher Temperatur durch Schwefelsäure verkohlt werden. Beim Erhitzen bildet sich dann schweflige Säure. Zeichnungen, mittelst eines in die Säure getauchten Glasstabes auf Holz ausgeführt, erscheinen bald und dauerhaft schwarz. Die gelbe oder bräunliche Farbe, welche die käufliche Säure oft zeigt, rührt von organischen Stoffen her, die in geringer Menge, als Staub u. s. w., hineingelangt sind; die reine Säure ist farblos.

Die beschriebene Wirkung der Schwefelsäure haben wir schon bei der Darstellung des Kohlenoxydes aus Kleesäure angewendet; diese wurde nicht geschwärzt, welches eine characteristische Eigenthümlichkeit derselben ist.

Die wasserfreie Schwefelsäure ist auf die Metalle ohne Einwirkung; das Hydrat greift sie fast alle an, indem sich das Schwefelsäuresalz bildet, wobei sich entweder Wasserstoff oder schweflige Säure entwickelt. Im ersteren Falle wirkt die verdünnte, im letzteren die concentrirte besser. Auf gewisse Metalle ist auch die concentrirte Säure, selbst beim Erhitzen ohne Wirkung, wie bei den meisten sogenannten edlen Metallen und beim Blei.

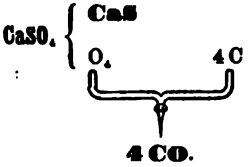
Von den Schwefelsäuresalzen im Allgemeinen wirst du dir folgendes zu merken haben: In den neutralen enthält die Säure dreimal so viel Sauerstoff, wie die Basis, weshalb die Formel derselben entweder MO, SO_3 oder bei den Oxyden von anderer Zusammensetzung (wie beim Eisenoxyd und anderen) $R_2O_3, 3\,SO_3$ ist. Die Salze der starken Basen ertragen ohne Zersetzung die höchsten Temperaturen, diejenigen der schwächeren Basen zersetzen sich unter Entweichen der Schwefelsäure, wobei diese häufig sich wieder in schweflige Säure und Sauerstoff zersetzt. Dabei bleiben die Oxyde, oder, wenn dieselben (wie das Queckſilberoxyd) in der Glühhitze sich zersetzen, die Metalle zurück.

Mit Kohle geglüht geben die Schwefelsäuresalze der starken Basen ihren ganzen Sauerstoffgehalt an diese ab, und es bleibt eine Verbindung des Metalls mit dem Schwefel — Schwefelmetall oder Metallsulfür — zurück. Bei den schwächeren Basen der schweren Metalle entstehen außerdem häufig schweflige Säure und die Oxyde bleiben zurück.

Wenn man z. B. schwefelsauren Kalk glüht, so wird aus

$$CaO, SO_3 \text{ und } 4\,C$$
$$CaS \text{ und } 4\,CO,$$

was sich wohl am besten so vorstellen läßt, daß man die Formel CaO, SO_3 so schreibt $CaSO_4$, wo dann leicht ersichtlich, daß die Zersetzung folgendermaßen stattfindet:



Daſſelbe gilt für die Schwefelſäureſalze aller leichten Metalle.

Von den Schwefelſäureſalzen ſind nur die des Bleioxyds und des Baryts unlöslich, das des Strontians faſt unlöslich und das des Kalkes ſchwer löslich, alle anderen mehr oder weniger leicht auflöslich in Waſſer.

Aus dieſem Grunde wird das Blei auch von der Schwefelſäure nur wenig angegriffen; nur wenn die Säure concentrirt und heiß, oder wenn Salpeterſäure zugegen iſt, erfolgt die Bildung dieſes Salzes. Es iſt in concentrirter Schwefelſäure löslich und die engliſche Schwefelſäure enthält daher nicht unbedeutende Mengen davon gelöſt. Da es aber in verdünnter Säure unlöslich iſt, ſo fällt es beim Verdünnen der käuflichen Säure als weißer Niederſchlag aus, woher die Trübung kommt, welche ſich beim Vermiſchen der engliſchen Schwefelſäure mit Waſſer jedesmal zeigt. Läßt man den Niederſchlag ſich abſetzen, ſo iſt die überſtehende klare Flüſſigkeit frei von Blei. Concentrirte Schwefelſäure kann von dieſer Beimiſchung nur durch Deſtillation befreit werden.

Die Unlöslichkeit des ſchwefelſauren Bleioxyds haben wir ſchon (Präp. XXXV) zur Darſtellung des eſſigſauren Kali's angewandt. Sie wird ferner benutzt zur Erkennung der Schwefelſäure und des Bleioxyds.

Aehnlich verhält ſich der ſchwefelſaure Baryt; derſelbe iſt noch unlöslicher als das Bleiſalz.

Da wir nun wiſſen, daß allemal da, wo es möglich iſt, die unlöslichen Verbindungen vor allen anderen entſtehen, ſo können wir ſtets die Gegenwart der Schwefelſäure in einer Löſung durch eine Blei- oder Barytſalzlöſung erkennen. Bringe z. B. einige Tropfen verdünnte, alſo von ihrem Bleigehalt befreite Schwefelſäure in ein Glas Regenwaſſer, theile dieſes in 2 Hälften und füge nun zu der einen einige Tropfen klarer Bleizuckerlöſung, zur anderen eben ſo viel Chlorbaryumlöſung: du wirſt ſelbſt bei dieſer außerordentlich geringen Menge Schwefelſäure eine Trübung entſtehen ſehen. Um zu erfahren, wie weit dieſe Nachweisbarkeit geht, kannſt du die Verdünnung noch größer machen — du wirſt endlich nur eine nach einigen Minuten erſcheinende ſogenannte Opaliſirung, d. h. ein geringes Abnehmen der völligen Durchſichtigkeit bemerken. Daſſelbe gilt für die Löſung eines Schwefelſäureſalzes, z. B. des Zinkvitriols, des Eiſenvitriols, ſo wie umgekehrt für eine Blei- oder Barytſalzlöſung, in welcher die Baſis durch Schwefelſäure

(die vorher verdünnt und klar abgegossen sein muß) nachgewiesen werden kann.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen haben wir einige der wichtigsten Schwefelsäuresalze noch näher zu betrachten, so weit wir die Basen schon kennen; doch halte ich mich dabei nicht an die früher befolgte Reihenfolge dieser letzteren, sondern ich beginne mit dem Salze des Kalkes:

Schwefelsaurer Kalk.

Der schwefelsaure Kalk kommt in der Natur in zwei Formen vor: wasserfrei und unkrystallisirt als Anhydrit, und wasserhaltig und krystallisirt oder krystallinisch als Gyps (Alabaster) $CaO, SO_3 + 2\,HO$.

Der Gyps ist im Wasser wenig löslich — du wirst beim Schütteln des feingepulverten Minerals mit Wasser sein Volumen nur wenig abnehmen sehen, dann aber in der Lösung sowohl die Schwefelsäure als den Kalk (wie?) nachweisen können. Dieses ist der Grund für folgende Erscheinungen: In eine concentrirte Lösung von Chlorcalcium giesse etwas Schwefelsäure, die nicht mehr verdünnt ist, als zur Abscheidung des schwefelsauren Bleioxyds nöthig war. Du wirst einen weißen Niederschlag erscheinen sehen, der sich bei näherer Betrachtung krystallinisch zeigen und beim Zusatze von viel Wasser wieder verschwinden wird. Nimmst du aber gleich anfangs hinreichend verdünnte Lösungen, so erhältst du keinen Niederschlag.

Was kommt in Lösung, wenn der Gyps durch die Säure ausgefällt worden?

Eine Lösung von Gyps hast du zu späterem Gebrauche nöthig; es ist dazu hinreichend, eine solche von recht reinem weißem natürlichem zu machen; wenn du keinen haben kannst, so mußt du etwas künstlich darstellen und den Niederschlag sehr oft auswaschen, bis das Waschwasser nicht mehr sauer reagirt. Dann löse davon eine kleine Menge in reinem Wasser auf.

In einer Barytlösung bringt auch die Gypslösung einen Niederschlag hervor, weil der schwefelsaure Baryt völlig unlöslich ist, allein eine Gypslösung bleibt beim Vermischen mit einer Gypslösung natürlich klar; dies giebt, wie du später erfahren wirst, ein Mittel ab, diese beiden Basen von einander zu unterscheiden.

Beim Erhitzen des Gypses auf 120 — 130° giebt er sein Wasser völlig ab. Nach dem Erkalten nimmt er beim Vermischen mit Wasser davon wieder 2 Aequivalente auf, erhitzt sich und bildet damit eine krystallinische feste Masse, die noch eine größere Menge Wasser in ihren Poren aufgesogen enthält, ohne davon weich zu werden; ja es wird die Masse beim Abdampfen des Wassers immer noch fester, weil dabei der

im aufgesogenen Wasser gelöst gewesene Gyps den übrigen bindend überzieht. Ist aber der Gyps auf eine höhere Temperatur, ja nur bis 160° erhitzt worden, so hat er das Vermögen, Wasser aufzunehmen, verloren. Man „brennt“ daher den Gyps im Großen bei mäßiger Hitze und benützt ihn nach dem Anrühren mit Wasser zum Abformen von mancherlei Gegenständen, zum Ausgießen und Ausgleichen von Höhlungen u. s. w. Du kannst den Versuch leicht selbst machen, wenn du eine Quantität davon in einen Backofen legst, der eben zum Backen des Brodes gedient hat; das gebrannte Gypspulver wird nach dem Erkalten und Anrühren mit Wasser zu einem dünnen Brei sehr schnell fest; stärker erhitzt aber wird es dies nicht thun, sondern „todtgebrannt“ sein. Durch Tränken des Gypses mit Alaunlösung und wiederholtes Brennen wird die Masse so hart, daß sie Politur annimmt und den Einflüssen der Luft und Feuchtigkeit widersteht („Elfenbeinmasse“); dasselbe bewirkt Einreiben mit geschmolzenem Stearin.

Gypslösung zersetzt sich mit kohlensaurem Natron zu schwefelsaurem Natron und kohlensaurem Kalk — was du leicht versuchen kannst. Dadurch wird der schwerlösliche Gyps bald aus der Lösung entfernt; ist aber noch ungelöster vorhanden, so wird dieser dann allmälig aufgelöst und eben so umgewandelt.

Ich habe dir schon gesagt, daß beim Glühen des schwefelsauren Kalkes mit Kohle Schwefelcalcium entsteht; ebenso wird derselbe durch Wasserstoff reducirt.

Schwefelsaures Natron.

(Glauberſalz $NaO, SO_3 + 10$ aq.)

Die Bildung des schwefelsauren Natrons, so wie die Zusammensetzung kennst du schon von früher her. Es wird im Großen dargestellt, um daraus die Soda zu gewinnen, die dir ebenfalls schon der Hauptsache nach bekannt ist. Die Darstellung des Glaubersalzes geschieht durch Vermischen des Kochsalzes mit verdünnter Schwefelsäure (Kammersäure) und Erhitzen des Gemisches in offenen eisernen Gefäßen durch die darüberstreichende Flamme eines Flammofens. Die dabei gleichzeitig mit den Feuergasen entweichende Salzsäure wird in einem eigenen Apparate mittelst Wasser condensirt und dann das Uebrige mittelst eines Schornsteines möglichst hoch in die Atmosphäre geleitet. Aus der erhaltenen Masse wird durch Krystallisirenlassen das Glaubersalz gewonnen und dann entweder in den Handel gebracht, oder unmittelbar in Soda verwandelt.

Dieſe ſo erhaltene künſtliche Soda erſetzt jetzt faſt gänzlich die früher gebräuchliche natürliche Varec- oder Kelp-Soda, welche, wie du weißt, aus den Aſchen der See- und Strandpflanzen herrührt.

Als nämlich zur Zeit der Continentalſperre der Preis dieſer letzteren eine außerordentliche Höhe erreicht hatte, wurde durch die Bemühungen der Chemiker, unterſtützt durch die Aufmunterung der franzöſiſchen Regierung, ein Verfahren entdeckt, welches den Namen des Leblanc'ſche trägt, wonach man aus dem ſchwefelſauren Natron, alſo mittelbar aus dem Kochſalz, Soda darſtellen kann, und wonach jetzt alljährlich ungeheuere Mengen dieſer für viele andere Fabrikationen unentbehrlichen Subſtanz gewonnen werden.

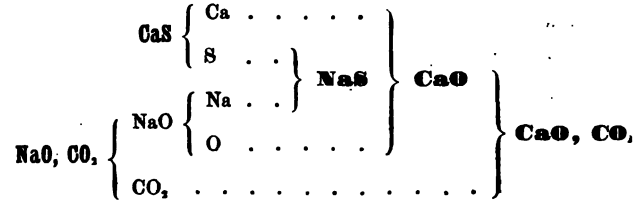
Dasjenige Kohlenſäureſalz, welches man am leichteſten in großer Menge haben kann, iſt der kohlenſaure Kalk, und wenn man denſelben mit ſchwefelſaurem Natron glüht, findet die Zerſetzung in der Art ſtatt, daß kohlenſaures Natron und ſchwefelſaurer Kalk entſteht. Soll aber in der geglühten Maſſe das kohlenſaure Natron verwendet oder benutzt werden, ſo muß dieſelbe, um die beiden Gemengtheile zu trennen, mit Waſſer zuſammengebracht werden; dann aber würde, trotz der Schwerlöslichkeit des ſchwefelſauren Kalkes, die oben erwähnte Zerſetzung eintreten und man würde ſchließlich nur wieder die beiden zuerſt angewandten Stoffe erhalten, wodurch demnach nichts gewonnen wäre.

Glüht man nun ſtatt des bloßen Gemenges der beiden Salze auch noch zugleich Kohle damit, ſo wird der ſich bildende ſchwefelſaure Kalk zu Schwefelcalcium reducirt und alſo kohlenſaures Natron und Schwefelcalcium erhalten. Es iſt nun freilich ein Schritt weiter geſchehen, allein auch dieſe beiden Subſtanzen, welche beide löslich ſind, zerſetzen ſich wieder gegenſeitig unter Bildung des unlöslichen kohlenſauren Kalkes, indem Calcium und Natrium einander vertreten und Schwefelnatrium und kohlenſaurer Kalk erhalten werden.

Denn

$$CaS + NaO, CO_2 = \underline{NaS} + \underline{CaO, CO_2}$$

nach dem Schema:



(Der Verſuch iſt leicht anzuſtellen!)

Man würde also auf diese Weise wieder kein kohlensaures Natron bekommen, und es muß vielmehr dafür gesorgt werden, daß der Kalk, nachdem er seine Kohlensäure verloren hat, in eine unlösliche Verbindung übergeführt werde. Eine solche ist die Verbindung des Schwefelcalciums mit Kalk, das sogenannte basische Schwefelcalcium 3 CaS, CaO, dessen Bildung durch einen Zusatz von überschüssigem Kalk erreicht wird. Dieser giebt nämlich mit Kohle in der Glühhitze 2 Aequivalente Kohlenoxyd und den Kalk, welcher zur Entstehung jener Verbindung erforderlich ist. Wir können uns also den Proceß in folgende Momente zerlegt denken:

1) Kohlensaurer Kalk und schwefelsaures Natron geben schwefelsauren Kalk und kohlensaures Natron

$$CaO, CO_2 + NaO, SO_3 = CaO, SO_3 + NaO, CO_2.$$

2) Der schwefelsaure Kalk wird durch Kohle zu Schwefelcalcium reducirt

$$CaO, SO_3 + 4\,C = CaS + 4\,CO.$$

3) 1 Aequivalent kohlensaurer Kalk giebt mit Kohle Kalk und Kohlenoxyd

$$CaO, CO_2 + C = CaO + 2\,CO.$$

4) Dieses eine Atom verbindet sich mit drei Atomen Schwefelcalcium zu unlöslichem 3 CaS, CaO.

Du siehst also, daß, um diese letzte Formel mit den vorhergehenden zusammenstellen zu können, wir jene sämmtlich verdreifachen müssen, um 3 Atome Schwefelcalcium zu erhalten, und wir kommen demnach auf folgende Formelnreihe:

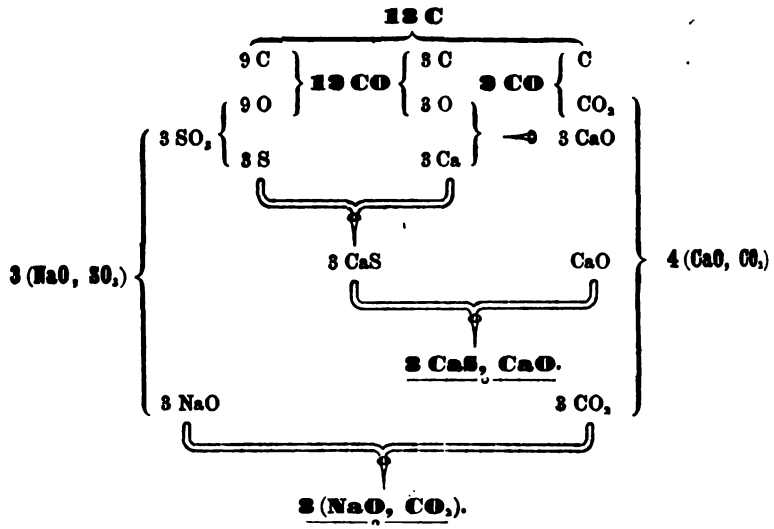
$$4\,(CaO, CO_2) + 3\,(NaO, SO_3)$$
$$= CaO, CO_2 + 3\,(CaO, CO_2) + 3\,(NaO, SO_3)$$
dazu C

$$\mathbf{2\,CO} + CaO + 3\,(CaO, SO_3) + \mathbf{3\,(NaO, CO_2)}$$
dazu weitere 12 C

$$(CaO + 3\,CaS) + \mathbf{12\,CO}$$

Im Ganzen also $4\,(CaO, CO_2) + 3\,(NaO, SO_3) + 13\,C$
$= 3\,(NaO, CO_2) + 3\,CaS, CaO + 14\,CO.$

Es hält schwer, den Vorgang, welcher gleichzeitig, und nicht, wie es hier dargestellt ist, schrittweise stattfindet, durch ein Schema darzustellen, doch will ich es versuchen, dir aber die Erklärung des Schema's überlassen, was dir nach dem Vorhergehenden nicht große Schwierigkeiten darbieten wird.



Der Glühproceß des Gemiſches von kohlenſaurem Kalk, ſchwefelſaurem Natron und Kohle wird in flachen gemauerten Schalen vorgenommen, über welche die Flamme der Feuerung ſtreicht, dann herausgenommen und nach dem Erkalten durch Auslaugen mit Waſſer und Kryſtalliſirenlaſſen weiter verarbeitet. Man bringt entweder das Salz mit ſeinem vollen Waſſergehalt als durchſichtige Kryſtalle, als „kryſtalliſirte Soda", oder ohne ſein Kryſtallwaſſer, als „Sodaſalz" in den Handel. Zu einigen Zwecken wird auch die geglühte Maſſe, ohne ausgelaugt zu werden, unmittelbar, als „rohe Soda" verwendet.

Schwefelſaure Magneſia.

Die ſchwefelſaure Magneſia kennſt du ſchon dem Anſehen nach; auch weißt du, daß man daraus das Magneſiahydrat, ſo wie die kohlenſaure Magneſia durch Fällen erhalten kann. Sie kryſtalliſirt mit 7 Aequivalent Waſſer, von denen 6 ſchon beim geringeren Erhitzen, das letzte erſt beim Glühen entweichen.

Die ſchwefelſaure Magneſia, oder das Bitterſalz, kommt in mehreren Mineralwaſſern, ſo wie in den Mutterlaugen mancher Salzſoolen und im Meerwaſſer vor. Es wird daraus gewonnen und theils unmittelbar zu mediciniſchen Zwecken, theils zur Darſtellung der übrigen Magneſiaſalze benutzt.

Von den Schwefelsäuresalzen der übrigen dir bekannten Metalloxyde verdienen nur die des Eisenoxyduls, Eisenoxyds und des Kupferoxyds eine nähere Beachtung, da das, was ich im Allgemeinen von diesen Salzen gesagt, für die anderen im Besonderen genügt.

Schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) und schwefelsaures Eisenoxyd.

Die Darstellung dieser beiden Salze hast du schon im 1. Theil kennen gelernt und ich verweise dich auf das damals darüber Gesagte; du wirst es jetzt noch besser verstehen und dich außerdem nur dessen zu erinnern haben, was von der Darstellung des Wasserstoffes für das Zink gilt; dann siehe alles das wiederholt durch, was ich bei Gelegenheit der Eisenoxydul- und Eisenoxydsalze anführte; du wirst nun alle jene Erklärungen deutlich finden, und ich füge nur noch die Formeln dieser Salze und die Darstellung im Großen hier hinzu:

Eisenvitriol $FeO, SO_3 + 7\,HO$

schwefelsaures Eisenoxyd $Fe_2O_3, 3\,SO_3$.

Du ersiehst auch jetzt klarer die Ursache, weshalb bei der Darstellung des letzteren Salzes außer dem Oxydationsmittel auch noch Schwefelsäure zugesetzt werden muß; sonst würde man aus $2\,(FeO, SO_3)$ und O nur $Fe_2O_3, 2\,SO_3$ erhalten, welches ein basisches Salz ist.

Der Eisenvitriol wird im Großen durch Oxydation aus den natürlich vorkommenden Verbindungen von Eisen und Schwefel erhalten. Diese Oxydation bewirkt man durch Erhitzen an der Luft, welches Verfahren „Rösten“ genannt wird. Wenn man einfach Schwefeleisen — das man durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Eisen in dem erforderlichen Verhältniß darstellen kann (Präp. XXII) — röstet, so erhält man weiter nichts als Eisenvitriol

$$FeS + 4\,O = FeO, SO_3.$$

Enthält aber das Schwefeleisen mehr Schwefel, so wird dieser zu schwefliger Säure oxydirt, welche entweicht. So erhält man z. B. aus dem Schwefelkiese neben Eisenvitriol ein Atom schweflige Säure

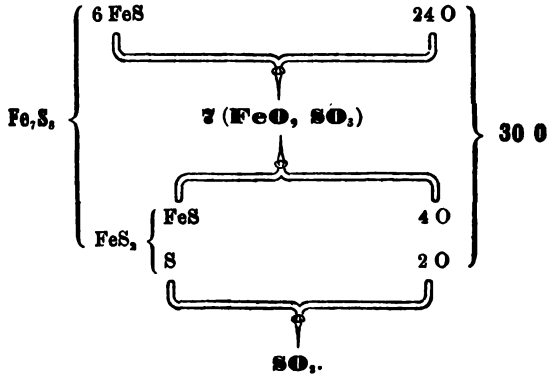
$$FeS_2 + 6\,O = FeO, SO_3 + SO_2.$$

Wenn man also diesen zur Darstellung von Eisenvitriol verwenden will, so erleidet man den Verlust der Hälfte des Schwefels. Du hast aber (S. 302) gesehen, daß man diesen größtentheils aus dem Schwefelkies durch Abdestilliren gewinnen kann, man erhält dann Fe_7S_8, woraus sich beim Rösten auf 7 Atome Eisenvitriol nur 1 Atom schweflige Säure bildet, so daß dann auf 7 Aequivalente Schwefelkies nicht 7, sondern nur 1 Atom Schwefel in Gestalt von schwefliger Säure verloren geht. Da, wo es wegen der Reinheit des Schwefelkieses angeht, pflegt man deshalb erst Schwefel und dann Eisenvitriol aus dem Eisen-

kies zu gewinnen; die Formel für die Darstellung des letzteren aus den zuerst erhaltenen Schwefelbränden ist dann

$$Fe_7S_8 + 30\,O = 7\,(FeO,\ SO_3) + SO_2\,,$$

nämlich:



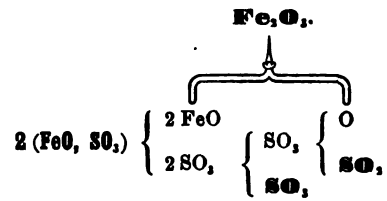
Der entstandene Eisenvitriol kann durch Auslaugen krystallisirt erhalten werden und kommt dann als solcher in den Handel.

Außerdem erhält man auch Schwefeleisen und Eisenvitriol bei der Gewinnung des Kupfers aus den meisten Kupfererzen. Große Mengen desselben dienen als Material für die Darstellung derjenigen Schwefelsäure, die den Namen Nordhäuser Vitriol trägt, und die, wie schon früher gesagt, wasserfreie Säure im Hydrat gelöst enthält.

Man trocknet nämlich den Eisenvitriol und die bei seiner Darstellung bleibende Mutterlauge so viel wie möglich aus, unterwirft ihn zugleich einer Oxydation durch die atmosphärische Luft und setzt das so erhaltene (basisch) schwefelsaure Eisenoxyd in thönernen Retorten der Weißglühhitze aus. Die dabei abdestillirende wasserfreie Säure fängt man in Vorlagen mit englischer Schwefelsäure, oder auch mit Wasser auf und erhält so die Säure von verlangtem Gehalte. In den Retorten bleibt das Eisenoxyd als „Todtenkopf", „Blutstein" oder „Colcothar" zurück. Wollte man das schwefelsaure Eisenoxydul ohne vorherige Oxydation zersetzen, so würde das Eisenoxydul einen Theil der Schwefelsäure reduciren, und man erhielte als Rückstand ebenfalls Eisenoxyd, verlöre aber dabei die Hälfte der Schwefelsäure in Gestalt von schwefliger Säure. Es würde dann sein:

$$2\,(FeO,\ SO_3) = Fe_2O_3 + SO_3 + SO_2$$

nach dem Schema:



Das Nordhäuſer Vitriolöl wird namentlich in Böhmen fabricirt; es raucht an der Luft, weil die waſſerfreie Säure daraus abdunſtet und ſich mit der Feuchtigkeit der Luft condenſirt. Man nennt dieſe Schwefelſäure daher auch rauchende. Sie wird bei mehreren Darſtellungen benutzt, namentlich in der Blaufärberei zur Auflöſung des Indigo's. Beim Erhitzen derſelben geht anfangs nur die waſſerfreie Säure über, und wenn man die Dämpfe durch ein kalt gehaltenes Rohr ſtreichen läßt, ſo kann man die waſſerfreie Schwefelſäure in der dir bekannten Form condenſiren.

Dieſen langen Brief ſchließe ich endlich hier ab, und füge nur noch die Antworten auf die letzten Aufgaben hinzu; du wirſt bei deren Löſung keine beſonderen Schwierigkeiten gefunden haben und ich brauche daher über die Auflöſungen nichts zu ſagen.

1) a. 49 Pfund, b. 306¼ Pfund.
2) a. 1. 32 Gramm, 2. 16 Gramm.
   b. 1. 9600 Pfund, 2. 4800 Pfund.
3) a. 8 Gramm, b. 2400 Pfund.

51. Brief.

Aufgaben. — Schwefelsaures Kupferoxyd. Schwefelwasserstoff; Oxydationsproducte desselben. Schwefelmetalle. Verhalten des Schwefelwasserstoffes zu den bekannten Metallen und deren Oxyden.

Zuerst will ich dir, damit du Gelegenheit hast, die im vorigen Briefe beschriebenen Vorgänge näher zu überdenken und dir klar zu machen, einige darauf bezügliche Aufgaben stellen. Dabei mache ich dich noch aufmerksam, daß es zu ihrer Lösung stets am leichtesten ist, die betreffende Formel hinzuschreiben und unter jeden Körper das Atomgewicht zu setzen, dann aber vor Beginn der Ausrechnung, die ein einfaches Regel-de-tri-Exempel ist, die Probe zu machen, ob die Summe der Atomgewichte auf beiden Seiten gleich ist.

1) Wie viel wasserfreie Soda erhält man aus a. 213 Pfund, b. 70 Centner schwefelsaurem Natron; wie viel kohlensaurer Kalk und wie viel Kohle gehören der Theorie nach mindestens zur Zersetzung dieser Menge?

2) Wie viel von jedem der drei erforderlichen Stoffe muß man mindestens nehmen, um a. 429 Pfund, b. 1000 Centner krystallisirte Soda zu erhalten, wenn man wasserhaltiges Glaubersalz verwendet?

3) Wie viel Eisenvitriol erhält man aus a. 324 Pfund, b. 1000 Kilogramm Schwefelbränden? Wie viel Sauerstoff (dem Raume nach) wird dabei verbraucht?

4) Wie viel wasserhaltigen Eisenvitriol muß man nach dem Entwässern glühen und *rösten*, um bei der Destillation a. 40 Pfund, b. 1 Centner wasserfreie Schwefelsäure zu erhalten?

Ich schließe die Betrachtnng der Schwefelsäuresalze mit dem

Kupfervitriol

$CuO, SO_3 + 5\,HO$.

Eine Darstellung dieses Salzes kennst du schon; im Großen erhält man es namentlich auf dieselbe Weise wie den Eisenvitriol: durch Rösten des Schwefelkupfers und Auslaugen der erhaltenen Masse. Auch stellt man zu diesem Zwecke durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Schwefel künstlich Schwefelkupfer dar. Dasselbe hat die Zusammensetzung Cu_2S und liefert beim Rösten nicht allein CuO, SO_3, sondern auch noch CuO, weshalb beim Auslaugen zweckmäßig Schwefelsäure zugesetzt wird.

Gewöhnlich kommen Schwefelkupfer und Schwefeleisen zusammen vor und man erhält daher auch beide Vitriole zugleich. Man bringt sie entweder ungetrennt in den Handel, oder man trennt sie durch Krystallisiren und Stehenlassen an der Luft, wobei der Eisenvitriol größtentheils in ausfallendes basisches Salz verwandelt wird. Du erinnerst dich noch des Ausfällens des Kupfers aus dem Kupfervitriol durch Eisen. — Dieses Verhalten macht es häufig am vortheilhaftesten, aus einem solchen gemischten Vitriol alles Kupfer auszufällen, aus der Lösung Eisenvitriol zu erhalten und das Kupfer anderweitig zu verwerthen.

Erhitze etwas Kupfervitriol in einem Tiegel; er wird unter Abgabe seines Krystallwassers weiß werden. Bei Begießen mit Wasser (nach dem Erkalten) nimmt er sein Krystallwasser unter Erhitzung und Wiedererscheinen der blauen Farbe wieder auf.

Versetze eine Kupfervitriollösung mit Ammoniak; es fällt zuerst das dir schon längst bekannte Kupferoxydhydrat aus. Bei einem weiteren Zusatze von Ammoniak wird dieser Niederschlag mit einer tief und prächtig dunkelblauen Farbe wieder aufgelöst, indem eine Verbindung des schwefelsauren Kupferoxydes mit Wasser und Ammoniak in die Lösung kommt. Waren die ursprünglichen Lösungen concentrirt, so scheiden sich beim Stehenlassen große schön gefärbte Krystalle dieser Verbindung aus; aus verdünnter Lösung kannst du sie durch Ausfällung mit Weingeist in Gestalt eines Krystallmehls erhalten. Beim sorgfältigen Aufgießen des Weingeistes auf die blaue Flüssigkeit mittelst eines Glasstabes mischen sich beide erst nach und nach und man erhält größere Krystalle.

Die auf die eine oder andere Art dargestellten Krystalle trockne zwischen Fließpapier und Ziegelsteinen und bewahre sie in einer wohlverschlossenen Flasche auf. Durch Abdampfen der Lösung kann man diese Verbindung nicht erhalten, da sie sich in der Wärme, so wie auch in Berührung mit der Luft allmälig zersetzt. Die tief blaue Farbe, welche sich beim Zusetzen des Ammoniaks im Ueberschuß gezeigt hat, ist

auch noch bei sehr verdünnten Lösungen des Kupfervitriols sichtbar, und du kannst den Versuch mit mehreren Flüssigkeiten anstellen, die immer weniger davon enthalten. Wenn die ursprünglichen Lösungen auch keine Farbe mehr wahrnehmen lassen, so zeigen sie sich doch beim Zusatze von einigen Tropfen Ammoniak blau, was man dann am besten bemerkt, wenn man von oben in die Reagenzröhre, worin der Versuch gemacht wurde, hineinsieht.

Dieses Verfahren kann zur Auffindung sehr geringer Mengen Kupferoxyd dienen.

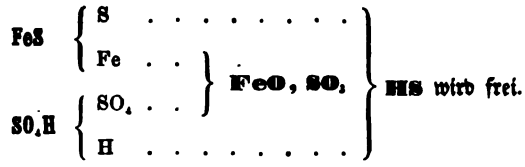
Ich wende mich nun zu den übrigen Verbindungen des Schwefels und zunächst zum

Schwefelwasserstoff
HS.

Du kennst schon mehrere Methoden zur Darstellung desselben: Uebergießen von Schwefeleisen (Präp. XLV) mit Wasser und Schwefelsäure, oder von Schwefelantimon mit Salzsäure. Du kannst die erste Methode und das früher dargestellte Schwefeleisen zu folgenden Versuchen anwenden.

In eine tubulirte Retorte mit fast bis auf den Boden tauchender Röhre, die mit einer Waschflasche mit Wasser in Verbindung steht, bringe etwas Schwefeleisen in kleinen Stücken nebst Wasser und setze dann allmälig Schwefelsäure zu. Die beim Vermischen derselben mit dem Wasser frei werdende Wärme wird ausreichen, die Gasentwickelung zu bewirken; das entweichende Gas fange in mehreren Gasflaschen möglichst schnell über warmem Wasser auf und stelle dann den Apparat vor's Fenster. Bei dem ganzen Verfahren beobachte die bei Präp. XLV angegebenen Vorsichtsmaßregeln.

Du wirst am Geruche erkennen, daß sich dasselbe Gas entwickelt, wie bei dem Uebergießen des Schwefelantimons mit Salzsäure; die Zersetzung aber, in deren Folge es jetzt auftritt, ist eine etwas andere: Das Eisen des Schwefeleisens und der Wasserstoff der Schwefelsäure vertreten sich nämlich gegenseitig, so daß aus dem Schwefeleisen Schwefelwasserstoff und aus der Schwefelsäure schwefelsaures Eisenoxydul wird. Da sich weiter kein Product bildet, so folgt schon hieraus die Zusammensetzung des Schwefelwasserstoffes, die aber auch sonst noch aus der leicht zu bestimmenden Menge Schwefel in demselben berechnet werden kann:



Formel : SO_3, HO + FeS = SO_3, FeO + HS.

Den Geruch dieſes Gaſes präge dir wohl ein, ohne doch zu viel davon einzuathmen. Dann ſtelle folgende Experimente an : Eine brennende Kerze entzündet das Gas und verlöſcht darin alsbald ; das Gas brennt mit einer blauen Flamme, und es bildet ſich dabei Waſſer und ſchweflige Säure, wie leicht am Geruche und an dem Beſchlagen eines Glaſes zu erkennen. Verbrennt das Gas frei in der Luft an der Mündung der Ableitungsröhre, oder in einem weiten Glaſe, ſo zeigt ſich kein Rückſtand ; bei mangelndem Luftzutritt, z. B. bei Anwendung einer enghalſigen Flaſche, ſcheidet ſich aber ein Theil des Schwefels unverbrannt ab.

Mit Sauerſtoff (⅓ Sauerſtoff ⅔ Schwefelwaſſerſtoff) gemiſcht und angezündet, verbrennt es unter lebhafter Exploſion und Lichtentwickelung. Bei dieſem Verſuche iſt genau ſo zu verfahren wie bei dem entſprechenden für das Knallgas. Nach der Exploſion wird das in der Flaſche zurückgebliebene Waſſer ſich ſauer zeigen.

Der Schwefelwaſſerſtoff iſt ein tödtliches Gift, wie ich dir ſchon mehrmals geſagt : 1 Raumtheil deſſelben mit 1500 Raumtheilen Luft gemiſcht, tödtet einen Vogel, mit 800 Raumtheilen Luft, einen Hund. Ein Pferd ſtirbt in einer Luft, die $\frac{1}{15}$ Schwefelwaſſerſtoff enthält. Das beſte Gegenmittel iſt Chlor, welches dem Schwefelwaſſerſtoff den Waſſerſtoff entzieht, wobei ſich der Schwefel pulverförmig abſcheidet :

Fülle zwei Flaſchen mit weitem Halſe, deren Mündungen aufeinander paſſen, die eine mit trockenem Chlor, die andere mit trockenem Schwefelwaſſerſtoff (vor dem Fenſter in derſelben Weiſe wie alle ſchweren Gaſe aufzufangen) und ſtürze die eine Flaſche über die andere; es muß ſich ſofort ein weißer Niederſchlag von Schwefel zeigen, und wenn du die untere Flaſche mit der Mündung in Waſſer tauchſt, ſo wird dieſes ſchnell hineinſtürzen, um die darin befindliche Salzſäure zu abſorbiren.

Eine andere Flaſche fülle zur Hälfte mit Chlor und laſſe dann in der pneumatiſchen Wanne allmälig Schwefelwaſſerſtoff zutreten : Bei jeder Blaſe wird ſich gelber Schwefelſtaub zeigen und das Waſſer allmälig höher ſteigen, bis alles [illegible]n Salzſäure verwandelt und dieſe abſorbirt iſt.

Das Schwefelwasserstoffgas ist in Wasser löslich: wenn du in eine damit gefüllte Flasche etwas Wasser gießest, dann die Flasche verstopfst, stark schüttelst und hierauf unter Wasser öffnest, so wird, weil ein Theil des Gases durch Lösung entfernt worden, das Wasser durch den Luftdruck in die Flasche getrieben werden. Diese Lösung in Wasser besitzt den Geruch des Gases, verliert ihn aber beim Durchleiten von Chlor, oder beim Zusatze von etwas Bleichkalk.

Die Zersetzung des Schwefelwasserstoffes durch Chlor kann man, wie schon oben angegeben, zur Verhütung der giftigen Wirkungen des ersteren benutzen, wenn man zufällig zu viel davon eingeathmet hat; denn die gebildete Salzsäure und selbst ein kleiner Ueberschuß von Chlor ist im Vergleich dazu wenig schädlich.

Der Geruch des Schwefelwasserstoffes ist derselbe wie der der faulenden Eier: alle organischen Stoffe, welche in ihrer Zusammensetzung Schwefel enthalten, entwickeln beim Fäulnißproceß dieses Gas; dahin gehören Eiweiß, Käse u. s. w.

Bei einem Druck von 15 — 16 Atmosphären, d. h. wenn es auf den 15ten oder 16ten Theil seines Volumens zusammengepreßt wird, verwandelt sich das Schwefelwasserstoffgas in eine Flüssigkeit, die sehr beweglich und leichter als Wasser ist.

Stelle eine mit Luft und Schwefelwasserstoff gefüllte Flasche, in welcher sich etwas Baumwolle befindet, an einen warmen Ort; nach einigen Tagen wirst du im eingegossenen Wasser Schwefelsäure mittelst Chlorbaryum nachweisen können, die sich also unter diesen besonderen Verhältnissen bilden kann. Schwefelwasserstoffwasser, in schlecht verstopften Flaschen stehend, wird nach einiger Zeit milchig von abgeschiedenem Schwefel, und endlich wird alles gelöste Gas in Wasser und Schwefel verwandelt sein. Es liefert also unser Gas je nach Umständen sehr verschiedene Oxydationsproducte.

Der in Wasser gelöste Schwefelwasserstoff röthet schwach das blaue Lackmuspapier — er ist also eine schwache Säure.

Der Schwefel bildet noch eine andere Verbindung mit Wasserstoff, welche mehr Schwefel enthält und den Namen Wasserstoffsulfid trägt. Sie hat vermuthlich die Formel HS_2 und bildet eine Flüssigkeit von geringer Beständigkeit.

Mit den meisten Metalloxyden zersetzt sich der Schwefelwasserstoff zu Wasser und

$$\underset{\text{Schwefelmetall}}{HS + MO = MS} + HO.$$

Die Schwefelmetalle zeigen sich entweder indifferent, oder sie haben den Character entschiedener Basen oder Säuren. Die ersteren, die

electropoſitiven Schwefelmetalle, können ſich mit den letzteren, den electronegativen, verbinden und ſo Salze bilden. Das Schwefelcalcium z. B. iſt ein ſolches electropoſitives Schwefelmetall, welches ſich mit dem uns als Säure bekannten Schwefelwaſſerſtoff zu einem Salze, dem Schwefelwaſſerſtoff-Schwefelcalcium verbindet. Dieſe Salze haben den Namen Schwefelſalze, oder Sulfoſalze, die Baſen Schwefelbaſen, die Säuren (Schwefel- oder) Sulfoſäuren. Du ſiehſt, daß in denſelben der Schwefel die Rolle des Sauerſtoffes ſpielt, und daß man nur in CaO, HO für O Schwefel zu ſetzen braucht, um die Formel des Sulfoſalzes CaS, HS zu erhalten.

Dieſe Schwefelſalze gehören zur Klaſſe der Amphidſalze, und wir brauchen, um ſie unter dieſelbe Beſtimmung zu bringen, nur für Sauerſtoff „Sauerſtoff oder Schwefel“ zu ſagen.

Dieſe Sulfoſalze entſtehen auf verſchiedene Weiſe und einige derſelben werden wir noch kennen lernen. Bisweilen bilden ſie ſich ſchon bei der Einwirkung des Metalls auf das Gas, wo dann die Hälfte deſſelben in Waſſerſtoff und Schwefel zerſetzt wird; dieſe Zerſetzung findet nach folgender Formel ſtatt:

$$M + 2\,HS = MS,\,HS + H.$$

Manche Metalle können ſchon bei gewöhnlicher Temperatur für ſich allein das Schwefelwaſſerſtoffgas zerlegen, ſich mit dem Schwefel verbinden und den Waſſerſtoff frei machen. Dies iſt z. B. der Fall bei Kalium, Natrium, Silber, Gold, Queckſilber. Bei den meiſten aber wird nur das Oxyd oder die Verbindung deſſelben mit einer Säure zerlegt und das Schwefelmetall gebildet. Wenn dieſes letztere dann unter den gegebenen Umſtänden unlöslich iſt, fällt es als Niederſchlag, meiſtens mit characteriſtiſcher Farbe, aus, im anderen Falle bleibt es gelöſt oder entſteht gar nicht. Ein paar Beiſpiele werden dir dieſes Verhalten deutlich machen:

Leite etwas Schwefelwaſſerſtoffgas in eine verdünnte Löſung irgend eines Bleiſalzes — es wird ſofort ein brauner oder ſchwarzer Niederſchlag entſtehen. Daſſelbe geſchieht, wenn du Bleiweiß oder mit Bleiweiß oder Bleieſſig beſtrichenes Papier der Einwirkung dieſes Gaſes ausſetzeſt, oder auch in deinem Zimmer liegen haſt, während darin ſich auch nur geringe Mengen davon befinden. Ja man kann die allerunbedeutendſten Quantitäten in irgend einem Luftgemiſch entdecken, wenn man einen mit Bleizucker getränkten Papierſtreifen hineintaucht, der ſich in dieſem Falle mit einer ſchillernden, metallglänzenden Haut bedeckt. Es rührt dieſes von der Entſtehung von Schwefelblei her. Die Löſung, wenn eine ſolche angewandt worden, wird dabei ſauer von der frei werdenden Säure des Salzes; beim kohlenſauren Bleioxyd entweicht die

Kohlenſäure gasförmig. Selbſt das unlösliche ſchwefelſaure Bleioxyd wird zerſetzt. So iſt z. B.

$$PbO, \bar{A} + HS = PbS + HO, \bar{A}.$$

In allen Fällen wird aus dem Sauerſtoff der Baſen und dem Waſſerſtoff des Schwefelwaſſerſtoffes Waſſer gebildet. Nun leite das Gas in eine Löſung von Kupfervitriol. Schon bei geringen Mengen erhältſt du einen ſchwarzen Niederſchlag; ſammele ihn auf einem Filtrum und waſche ihn langſam aus; das ablaufende Waſſer wird immer blau ſein und endlich der ganze Niederſchlag ſich wieder in Folge der Oxydation durch die Luft in ſchwefelſaures Kupferoxyd verwandelt haben; denn bei völligem Abhalten der Luft und bei Anwendung von ausgekochtem Waſſer zum Auswaſchen bleibt der Niederſchlag unverändert; er beſteht aus Schwefelkupfer:

$$CuO, SO_3 + HS = CuS + HO + SO_3.$$

Nun leite Schwefelwaſſerſtoff durch eine Löſung von Eiſenvitriol, der möglichſt frei von Oxyd iſt. Du wirſt keinen Niederſchlag oder höchſtens eine weiße Trübung von Schwefel erhalten, welche von der Reduction des etwa vorhandenen Oxydes durch den Waſſerſtoff des Schwefelwaſſerſtoffes herrührt. Schwefeleiſen aber entſteht nicht, und zwar weshalb? Wenn Schwefeleiſen ausgefällt würde, ſo müßte, wie in den vorhin erwähnten Fällen, Schwefelſäure frei werden müſſen. Wir haben aber den Schwefelwaſſerſtoff durch Einwirkung der Schwefelſäure auf Schwefeleiſen dargeſtellt und es müßte alſo wieder Schwefelwaſſerſtoff frei und Eiſenvitriol gebildet werden. Weil alſo freie Schwefelſäure neben Schwefeleiſen nicht beſtehen kann, wird der Eiſenvitriol durch den Schwefelwaſſerſtoff nicht zerſetzt. Dieſer Fall iſt demjenigen ähnlich, den wir bei einem Kalkſalz und bei der Kohlenſäure kennen lernten. Auch da erhielten wir keinen Niederſchlag, weil derſelbe neben der frei werdenden Säure nicht beſtehen könnte. Damals konnten wir die Zerſetzung dadurch hervorrufen, daß wir dieſe durch eine Baſis in Beſchlag nahmen. So auch hier:

Wenn du zu dem Eiſenvitriol vor dem Durchleiten des Schwefelwaſſerſtoffes Kali (oder Ammoniak) ſetzeſt, ſo wird zwar anfangs der Niederſchlag des Hydrats entſtehen, dieſes aber ſogleich in ſchwarzes Schwefelmetall verwandelt werden, weil nun die frei werdende Schwefelſäure ſich mit der gebotenen Baſe verbindet und daher nicht das Schwefeleiſen zerſetzen kann. Eben ſo verhält ſich von den dir bekannten Baſen das Zinkoxyd, das Manganoxydul, ſowie einige andere.

Demnach wirſt du leicht erkennen, daß man die Metalloxyde in zwei Gruppen theilen kann: zu der einen gehören diejenigen, deren Schwefelmetalle neben Säuren beſtehen können, ohne zerſetzt zu werden, zu den

anderen diejenigen, deren Schwefelmetalle von Säuren zerſetzt werden. Bei den erſteren wird durch Schwefelwaſſerſtoff allein ein Niederſchlag hervorgebracht werden, bei den letzteren aber nur dann, wenn zugleich eine Baſis zugeſetzt wird. Beides gilt natürlich nur für diejenigen Metalle, deren Schwefelverbindungen unlöslich ſind, im anderen Falle kann das Schwefelmetall zwar entſtehen, wird aber natürlich nicht ausgefällt.

Um dir dieſes characteriſtiſche Verhalten der verſchiedenen Salze recht augenſcheinlich zu machen, wirſt du am beſten folgenden einfachen Verſuch anſtellen: Vermiſche in einem Reagenzröhrchen zwei Löſungen von Kupfervitriol und Eiſenvitriol und leite ſo lange Schwefelwaſſerſtoff hindurch, bis in einer abfiltrirten Probe eine weitere Einleitung von Schwefelwaſſerſtoff keinen Niederſchlag mehr hervorbringt; dann filtrire das Ganze ſchnell ab — die Löſung wird farblos ſein und kein Kupfer mehr enthalten (wie ein eingelegtes und blank bleibendes Eiſenſtück beweiſen kann); nun ſetze Ammoniak oder Kali zu, es entſteht ſofort ein ſchwarzer Niederſchlag (indem überſchüſſiger Schwefelwaſſerſtoff vorhanden iſt) und dieſer nimmt noch zu, wenn du fortfährſt, Gas hindurchzuleiten. Wird der Niederſchlag dadurch nicht mehr vermehrt, ſo iſt auch alles Eiſen als Schwefeleiſen ausgefällt. Setzeſt du nun wieder etwas Schwefelſäure zu, ſo verſchwindet der ſchwarze Niederſchlag, es entwickelt ſich Schwefelwaſſerſtoff und das Eiſen kommt wieder als ſchwefelſaures Oxydul in Löſung, wie nach dem Kochen (zur Entfernung des Schwefelwaſſerſtoffes) durch zugeſetztes Ammoniak (ſ. o. S. 229) bewieſen werden kann.

Auch diejenigen Schwefelmetalle, welche von Schwefel- oder Salzſäure nicht zerſetzt werden, werden durch Erhitzen mit Salpeterſäure oder Königswaſſer angegriffen, indem ſich der Schwefel in Schwefelſäure verwandelt, während das Metalloxyd mit einer der vorhandenen Säuren in Löſung geht. Bisweilen ſcheidet ſich ein Theil des Schwefels in Form einer ſchmutziggelben, ſchwammigen Maſſe ab.

Wir werden ſpäter einige Metalle kennen lernen, deren Schwefelverbindungen ſich ſo verhalten. Für jetzt mögen dieſe allgemeinen Bemerkungen über die Schwefelmetalle genügen, und ich wende mich im nächſten Briefe zu denjenigen der dir bisher bekannt gewordenen Metalle, die von einigem Intereſſe ſein können.

Du haſt für nächſtens eine kleine Menge Salpeter, kohlenſaures Kali und Schwefelblumen, ſo wie etwas fein geſtoßene und geſiebte Holzkohle zu beſchaffen und kannſt einſtweilen jeden dieſer Stoffe für ſich fein pulvern und ſorgfältig bei gelinder Wärme trocknen, worauf ſie in gut verſchloſſenen Fläſchchen aufzubewahren ſind.

52. Brief.

Auflösungen. — Schwefelmetalle: Schwefelkalium; — Schießpulver, Knallpulver — Schwefelnatrium; Schwefelbaryum; Schwefelblei, Schwefelkupfer. Anderweitige Verbindungen des Schwefels. — Selen, Tellur. — Aufgaben und Anleitung zu deren Lösung; Kettenschlüsse.

Du hast ganz richtig bemerkt, daß der erste Theil der dir gestellten Aufgaben in der Regel das Atomgewicht der betreffenden Substanzen enthält und die Lösung desselben also unmittelbar aus der Formel folgt. Dadurch erwächst dir die Erleichterung, daß du eine Controle für den richtigen Ansatz der Aufgabe erhältst. Daß die Antworten für die ersten beiden Aufgaben richtig ausfallen würden, hatte ich eben so erwartet, wie daß du bei den andern beiden einige Schwierigkeiten finden würdest. Ich will dir deshalb hierfür eine kurze Erklärung geben.

Zu 1 Aequivalent Schwefelbrände gehören zur Oxydation zu Eisenvitriol (und schwefliger Säure) 30 Aequivalente Sauerstoff, d. h. zu 324 Pfund — 240 Pfund. Daraus folgt für 1000 Kilogramm ein Verbrauch von 740,74 Kilogramm Sauerstoff. Um den Raum zu finden, den diese einnehmen, verfährt man folgendermaßen:

1 Kubikdecimeter Wasser wiegt 1 Kilogramm, ein Kubikmeter 1000 Kilogramm, und ein Kubikmeter Luft also $\frac{1}{770}$ und ebensoviel Sauerstoff (der 1,106 mal so schwer ist) $1{,}106 \cdot \frac{1}{770} = 1{,}436$ Kilogramm. So oft also 1,436 Kilogramm in den nöthigen 740,74 Kilogramm enthalten sind, so viel Kubikcentimeter sind erforderlich u. s. w.

Die Aufgabe 4 ist leicht zu lösen, doch kann es außer nach der Methode, welche du angewandt, noch kürzer so geschehen: Wenn nach dem Entwässern und Rösten der Eisenvitriol geglüht wird, so erhält man sämmtliche darin enthaltene Schwefelsäure, also aus 1 Aequivalent krystallisirtem Eisenvitriol auch 1 Aequivalent Schwefelsäure. Um also 40 Gewichtstheile wasserfreie Schwefelsäure zu erhalten, müssen 139 Theile Eisenvitriol in Arbeit genommen werden u. s. w.

Danach sind die Antworten auf alle neulich gestellten Aufgaben folgende:

1) a. 159 Pfund; b. 52,25 Centner.

2) a. 483 Pfund krystallisirtes schwefelsaures Natron, 200 Pfund kohlensaurer Kalk, 78 Pfund Kohle; b. 1125,87 Centner krystallisirtes schwefelsaures Natron, 466,2 Centner kohlensaurer Kalk, 181,82 Centner Kohle.

3) a. 973 Pfund; b. 3003,08 Kilogramm.
a. 2525 Kubikfuß; b. 515,8 Kubikcentimeter.

4) a. 139 Pfund; b. 764½ Pfund.

Ich fahre mit der Betrachtung der Schwefelmetalle im Einzelnen fort.

Schwefelkalium.

Das Kalium verbindet sich in fünf Verhältnissen mit dem Schwefel; diese Verbindungen sind KS, KS_2, KS_3, KS_4, KS_5, und sie heißen der Reihe nach einfach, zweifach, u. s. w. Schwefelkalium.

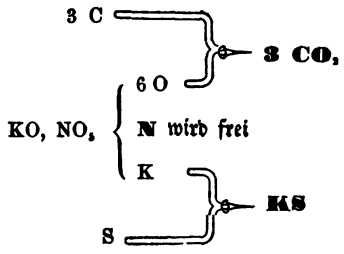
Das einfach Schwefelkalium erhält man durch Reduction des schwefelsauren Kali's mittelst Kohle oder Wasserstoff in der Glühhitze; beim Einleiten von Schwefelwasserstoff in Kalilösung bis zur Sättigung wird es nicht erhalten, sondern es bildet sich dann das Sulfosalz, Schwefelwasserstoff-Schwefelkalium, indem sich Sauerstoff und Schwefel vertreten.

$$KO, HO + 2\,HS = KS, HS + 2\,HO.$$

Das Schwefelkalium bildet sich auch bei der Entzündung des

Schießpulvers.

Dieses ist ein inniges Gemisch von Salpeter, Schwefel und Kohle. Beim Erhitzen verpufft es, indem diese Substanzen einander gegenseitig in folgender Weise zersetzen: Der Salpeter giebt seinen sämmtlichen Sauerstoff an die Kohle ab, welche dadurch zu Kohlensäure verbrennt, während der Schwefel sich mit dem Kalium des Salpeters verbindet, nach dem Schema



Formel: $KO, NO_5 + 3\,C + S = KS + 3\,CO_2 + N.$

Die Entwickelung der Kohlensäure und des Stickstoffs ist es, welche die Kraft des Schießpulvers bedingt, indem die Bildung einer gewissen Menge dieser Gase in einem abgeschlossenen Raume, welchen früher das feste Pulver einnahm, einen starken Druck auf die Wandungen des Raumes verursacht, in welchem die Explosion geschieht.

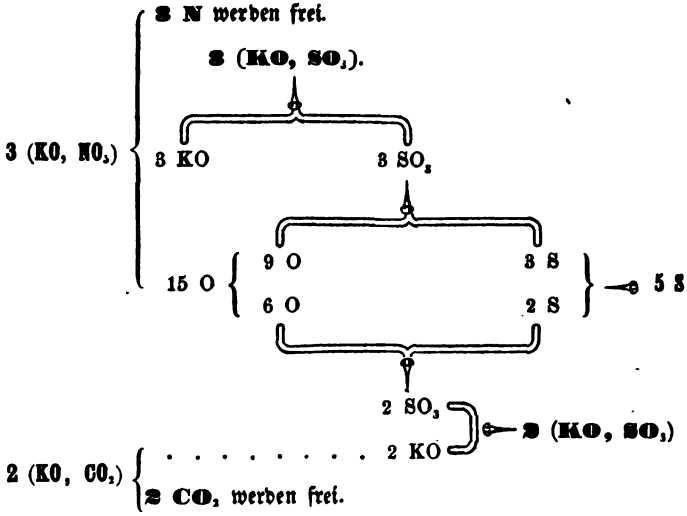
Daß das Schießpulver, oder vielmehr die Kohle desselben, im verschlossenen Raum ohne Zutritt von Sauerstoff brennt, ist, wie du leicht einsehen wirst, nur dadurch bedingt, daß es den dazu nöthigen Sauerstoff in Gestalt des Salpeters bei sich führt. Er nimmt darin, weil in fester Verbindung, nur einen sehr geringen Raum ein, während er in Verbindung mit Kohle und im glühenden, also sehr ausgedehnten Zustande, ein sehr großes Volumen hat.

Das gebildete Schwefelkalium bleibt mit etwas Kohle vermischt als Pulverschweiß zurück, sofern es nicht durch die Kraft der Gasentwickelung mit fortgeschleudert wird. An der Luft wird es unter Schwefelwasserstoffentwickelung in kohlensaures Kali verwandelt, wodurch es sehr nachtheilige Wirkungen ausüben kann. Die Beschaffenheit des Schießpulvers muß also derart sein, daß es so viel wie möglich weggeschleudert werde.

Die Verschiedenheiten in den Eigenschaften der Pulversorten beruhen darauf, daß ihre Mischung mehr oder weniger von demjenigen Verhältniß abweicht, welches obige Formel fordert, und von der Art, wie diese Substanzen mit einander zu größeren oder kleineren Körnern vereinigt sind. Das „Körnen" geschieht durch Durchpressen der feuchten Masse durch Siebe und Trocknen der erhaltenen Klümpchen. Von welchem Einfluß dasselbe überhaupt ist, kannst du aus folgendem Versuch ersehen. Mische die drei Substanzen, nachdem jede feingepulvert und für sich wohl getrocknet worden, erst sorgfältig mit einander; theile das erhaltene Gemisch in zwei ungleiche Theile; den kleineren lege zurück, den größeren knete mit Wasser zu einem steifen Taig, von dem du die Hälfte auf einem Brettchen zu ganz dünnen Stängelchen ausrollst, um diese bei ganz mäßiger Hitze halb trocken werden zu lassen; dann zerdrücke oder zerschneide sie zu kleineren oder größeren Körnchen, die schließlich auf einem Papier bei ganz gelinder Wärme zu trocknen sind. Den Rest des Taiges lasse in einem Stücke trocknen. Endlich entzünde diese 3 Arten Schießpulver mittelst eines glühenden Eisens und beobachte die verschiedene Art ihres Abbrennens.

Auf die Fabrikation des Schießpulvers hier weiter einzugehen, würde mich zu weit führen. Ich will nur noch bei dieser Gelegenheit des Knallpulvers Erwähnung thun, welches die Eigenschaft hat, schon bei gelindem Erhitzen erst zu schmelzen und dann sich außerordentlich plötzlich mit heftiger Explosion zu zersetzen, so daß selbst schon

geringe Mengen davon die gefährlichſten Wirkungen ausüben können. Miſche kohlenſaures Kali, ſalpeterſaures Kali und Schwefel im Verhältniß von je 3 Aequivalenten, 2 Aequivalenten und 5 Aequivalenten und erhitze von dem Gemiſche eine Meſſerſpitze voll (nicht mehr!) allmälig auf einem Stück Blech oder Eiſen: es wird zuerſt ſchmelzen und dann mit einem ſehr ſtarken Knalle explodiren, weshalb Vorſicht anzuwenden iſt. Die Zerſetzung zeigt folgendes Schema:



Formel: $3\ (KO, NO_5) + 2\ (KO, CO_2) + 5\ S = 5\ (KO, SO_3) + 3\ N + 2\ CO_2$.

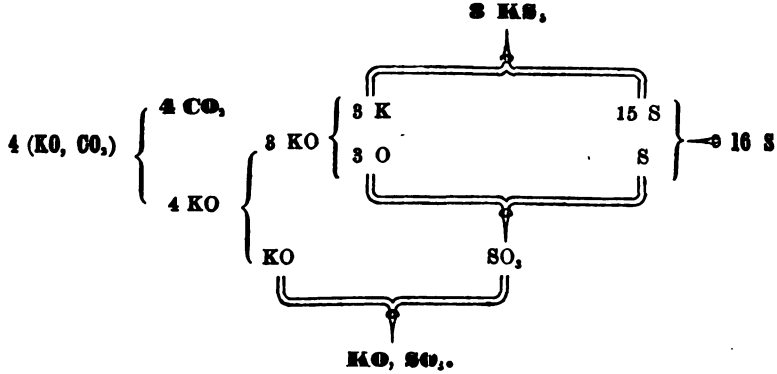
Von den übrigen Schwefelungsſtufen kannſt du die letzte, obwohl nicht rein, folgendermaßen darſtellen: Erhitze in einem Tiegel ein Gemiſch von Schwefel und kohlenſaurem Kali in dem Verhältniß, wie es die gleich zu gebende Formel erheiſcht. Dann verbindet ſich der Schwefel mit dem Kalium zu fünffach Schwefelkalium, die Kohlenſäure wird frei, der Sauerſtoff des Kali's geht zu einem andern Theil Schwefel, mit welchem er ſich zu Schwefelſäure vereinigt, die mit einem Atom unveränderten Kali's ſich verbindet. Hieraus laſſen ſich die zur Zerſetzung nothwendigen Atomzahlen finden.

Damit ſich Schwefelſäure bilden kann, müſſen 3 Atome Kali ihren Sauerſtoff abgeben; dadurch werden 3 Atome Kalium erhalten, welche 15 Atome Schwefel bedürfen; hierzu kommt noch einerſeits das 1 Atom

Kali, welches sich mit der Schwefelsäure verbindet, und andererseits das eine Atom Schwefel, welches zu Schwefelsäure wird; also brauchen wir 16 Atome Schwefel und 4 Atome kohlensaures Kali, und es wird:

$$4\ (KO, CO_2) + 16\ S = 3\ KS_5 + KO, SO_3 + 4\ CO_2.$$

Nach dem Schema:



Das Product führt den Namen Schwefelleber. Bewahre es in einer gut schließenden Flasche auf. Man kann zwar die einzelnen Bestandtheile durch Auflösen in Weingeist trennen, doch ist dies zum Zwecke der weiteren Verwendung dieses Salzes gewöhnlich nicht erforderlich. Man braucht es nämlich hauptsächlich zur Darstellung des Schwefels in höchst fein vertheilter Gestalt. Wenn man irgend eins der Kaliumsulfüre, mit Ausnahme des ersten, mit einer verdünnten Säure behandelt, so wird aus einem Atom Kalium und einem Atom Schwefel das Kalisalz und Schwefelwasserstoff gebildet, der übrige Schwefel aber als äußerst zartes Pulver von gelblich-weißer Farbe ausgeschieden. Von diesem Schwefel erhält man also am meisten, wenn man die höchste Schwefelungsstufe des Kaliums nimmt. So gibt z. B. $KS_5 + HCl = KCl + HS + 4\,S$. Die Lösung, die man so mit darin suspendirtem Schwefel erhält, nennt man Schwefelmilch.

Da das schwefelsaure Kali dabei ohne Zersetzung in die Lösung kommt, so verhält sich unsere vorhin dargestellte Schwefelleber ebenso, wie dir ein damit anzustellender Versuch zeigen wird. Bei Anwendung von Schwefelsäure ist die Zersetzung folgende (das Schema darzustellen, überlasse ich dir):

$$KO, SO_3 + 3\ KS_5 + 3\ (SO_3, HO) = 4\ (KO, SO_3) + 3\ HS + 12\ S.$$

Für das Schwefelnatrium gilt das für das Schwefelkalium Gesagte.

Das

Schwefelbaryum

und seine Darstellung kennst du noch von früher her. Die Reduction des natürlich vorkommenden schwefelsauren Baryts kann man zwar mit Kohle bewirken, allein man zieht solche kohlenhaltige Substanzen vor, welche vor ihrer Zersetzung schmelzen und dadurch eine innigere Berührung des Schwerspaths mit dem Reductionsmittel ermöglichen. Das Schwefelbaryum zeigt die merkwürdige Eigenschaft, daß es, wenn die Sonne eine Zeit lang darauf geschienen hat, nachher im Dunkeln leuchtet. Dieses „Phosphoresciren" zeigt sich, wenn man Kugeln aus Schwerspath, Mehl und Wasser formt und dieselben einer heftigen Glühhitze zwischen glühenden Kohlen aussetzt. Stelle diesen interessanten Versuch an; Zusatz von etwas Bittererde erhöht, Beimischung von schweren Metalloxyden vermindert die Leuchtkraft; immer ist es dazu erforderlich, daß das Schwefelbaryum dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen ist.

Die Anwendung des Schwefelbaryums zur Darstellung der Barytsalze ist dir bekannt und beruht auf der leichten Zersetzbarkeit durch Säure. Indessen stellt man den salpetersauren Baryt besser aus dem kohlensauren dar, den man aus dem Chlorbaryum in bekannter Weise erhalten kann. Zur Wiederholung und Uebung will ich hier die Formeln folgen lassen, welche die Zersetzungen ausdrücken, durch welche aus dem Schwerspath alle Barytverbindungen erhalten werden können. Ich zweifle nicht, daß du sie verstehen und mittelst derselben dir diese Vorgänge einprägen wirst.

$$BaO, SO_3 + 4\,C = BaS + 4\,CO.$$

$$BaS + CuO + HO = \underline{CuS} + \underline{BaO, HO}.$$

$$BaS + HCl = \underline{BaCl} + HS.$$

$$BaCl + KO, CO_2 = \underline{BaO, CO_2} + \underline{KCl}.$$

$$BaO, CO_2 + NO_5 = \underline{BaO, NO_5} + CO_2.$$

$$BaO, CO_2 + \bar{A} = BaO, \bar{A} + CO_2.$$

Stelle nun von den sämmtlichen Barytsalzen, wenn du davon nichts mehr hast, noch etwas dar; du wirst sie später häufig bedürfen.

Schwefelblei

PbS.

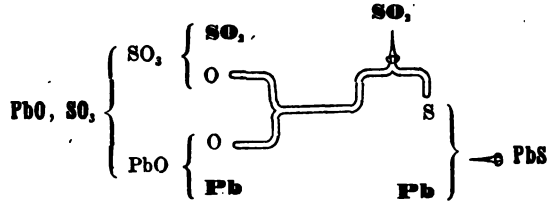
Das Schwefelblei kommt in der Natur in metallglänzenden bleifarbenen Würfeln als Bleiglanz vor und bildet das Material für die Erzeugung fast sämmtlichen Bleies. Es entsteht, wie du schon weißt, auch beim Durchleiten von Schwefelwasserstoff durch Bleioxydlösungen,

bildet aber dann ein schwarzbraunes Pulver. — Beim Erhitzen unter Zutritt von Luft verwandelt sich das Schwefelblei in schwefelsaures Bleioxyd, Bleioxyd und schweflige Säure.

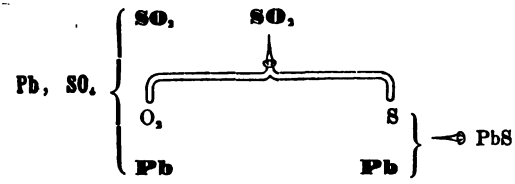
Schwefelsaures Bleioxyd mit Schwefelblei geglüht zersetzt sich zu Blei und schwefliger Säure:

$$PbO, SO_3 + PbS = 2\ SO_2 + 2\ Pb,$$

indem der Schwefel sich mit dem Sauerstoff des Bleioxyds und einem Theil desjenigen der Schwefelsäure verbindet, nach folgendem Schema:



oder auch noch einfacher:



Beim Schmelzen von Bleiglanz mit Eisen erhält man Schwefeleisen und Blei.

Schwefelkupfer.

Im Schwefeldampf verbrennt das Kupfer unter lebhaftem Erglühen zu Schwefelkupfer, Cu_2S, welches man zum Unterschied von dem auf nassem Wege erhaltenen CuS Halbschwefelkupfer nennt. Erhitze in einem Kölbchen etwas Schwefel zum Sieden und halte in die Schwefeldämpfe etwas dünnes Kupferblech; die Verbindung wird unter Feuererscheinung vor sich gehen. Auch beim Erwärmen von 8 Theilen Kupferfeile mit 3 Theilen Schwefelblumen geschieht dasselbe.

In der Natur kommt sowohl die Verbindung Cu_2S (Kupferglanz) als ein Gemisch derselben mit Schwefeleisen in verschiedenen Verhältnissen (Kupferkies und Buntkupfererz) vor, welche Verbindungen die wichtigsten Erze zur Kupfergewinnung bilden.

Von den Verbindungen des Schwefels habe ich noch zu erwähnen die unterschweflige Säure S_2O_2 und den Schwefelkohlenstoff CS

Die unterschweflige Säure ist nicht die einzige Verbindung des Schwefels und des Sauerstoffs, die außer der schwefligen und der Schwefelsäure existirt.

Man unterscheidet davon noch eine nicht geringe Zahl; doch ist es die einzige, welche von Interesse ist. Sie bildet nämlich ein Salz, welches in der Daguerreotypie eine ziemlich bedeutende Anwendung gefunden hat. Dieses, das unterschwefligsaure Natron, erhält man durch Kochen von schwefligsaurem Natron mit Schwefel. Daraus erklärt es sich, warum man S_2O_2 und nicht SO schreiben muß: man erhält das Salz nicht durch Entziehen von Sauerstoff, sondern durch Zusatz von Schwefel zum schwefligsauren Natron. Letzteres wird durch Hindurchleiten von schwefliger Säure durch kaustisches oder kohlensaures Natron dargestellt.

Der Schwefelkohlenstoff wird durch Zusammenbringen von glühender Kohle mit Schwefeldampf erhalten: er bildet eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruch, die bei 48° siedet. Er löst Schwefel in großer Menge auf und wird zum Vulkanisiren des Kautschuks gebraucht, der den gelösten Schwefel daraus aufnimmt. Der Schwefelkohlenstoff ist eine Sülfosäure, die sich mit Sulfobasen zu Salzen verbinden kann.

Außer dem Sauerstoff und dem Schwefel kennt man noch zwei Substanzen, welche durch ihre Verbindung mit anderen Elementen sowohl Säuren wie Basen bilden können, deren Verbindungen unter einander dann Salze geben. Diese sind Selen und Tellur, zwei Elemente, die sehr selten in der Natur vorkommen und nur ein wissenschaftliches Interesse bieten können. Ich führe sie auch nur an, um dir die Aehnlichkeit mit dem Schwefel und dem Sauerstoff in Bezug auf ihre Verbindungsweise anzudeuten und zu sagen, daß man diese vier Körper unter dem Namen amphigene Körper zusammenfaßt und demnach die Basen und Säuren im Allgemeinen als positive oder negative Verbindungen eines Elementes mit einem amphigenen Körper definirt und eine Verbindung einer Basis mit einer Amphidsäure (welche in beiden denselben amphigenen Körper enthält) ein Amphidsalz nennt. Ein näheres Studium dieser Substanzen, die nur schwer zu erhalten sind, weil ihre Verbindungen zu den seltensten gehören, die wir kennen, wollen wir nicht vornehmen, und uns im nächsten Briefe zu einem andern Elemente wenden, welches viele interessante Erscheinungen bietet, nämlich zum Phosphor.

Ich will nun noch einige Aufgaben, zum Theil mit ihren Auflösungen, geben.

1) Wie viel Schwefelsäure ist in einer Flüssigkeit enthalten, wenn 24,5 Gramm derselben zum Ausfällen 5,4 Gramm Chlorbaryum erfordern?

2) Wie viel Salzsäure und wie viel Braunstein sind erforderlich, um diejenige Menge Chlor zu liefern, welche zur Darstellung von a) 12 Pfund, b) 100 Pfund Chlorkalk erforderlich ist, wenn man annimmt, daß derselbe der theoretischen Zusammensetzung entspricht?

3) Wie viel Kalkhydrat, wie viel Braunstein und wie viel Salzsäure von 25% Gehalt an wasserfreier Säure sind erforderlich zur Darstellung von 100 Kilogramm Chlorkalk, der, unrein, 64% Kalkhydrat enthält?

Zur Aufgabe 1). Zuerst ist zu berechnen, wie viel Schwefelsäure durch 5,4 Gramm Chlorbaryum gefällt werden, indem 1 Aequivalent der Letzteren zu 1 Aequivalent Schwefelsäure gehört; es werden nämlich erfordert zu 49 Theilen Schwefelsäure 104,1 Theile Chlorbaryum, oder die 5,4 Gramm fällen 2,54 Gramm Schwefelsäure aus; diese Menge ist also in den 24,5 Gramm der Flüssigkeit enthalten; mithin enthält diese davon 10,37%.

Zur Aufgabe 2) ist es nicht nöthig, erst die Menge Chlor zu berechnen, welche zu der Darstellung des Chlorkalks erfordert wird, sondern man schließt weit kürzer folgendermaßen: Zu einem Aequivalent Chlorkalk gehören nach der Formel 2 Aequivalente Chlor; zur Darstellung eines Aequivalentes Chlor aber 1 Aequivalent Braunstein und 2 Aequivalente Salzsäure — zu 1 Aequivalent Chlorkalk also 2 Aequivalente Braunstein und 4 Aequivalente Salzsäure. Mithin gehören zu den 127 Pfund (Atomgewicht des Chlorkalkes) 87,2 Pfund Braunstein und 146 Pfund Salzsäure u. s. w. Solche Schlüsse werden wir noch öfter ziehen können und dadurch, ohne die Mittelglieder zu brechen, sehr schnell zu den Resultaten kommen; wir nennen sie *Kettenschlüsse*.

Zur Aufgabe 3) ist zuerst die Menge von reinem Chlorkalk zu berechnen, welche in den 100 Kilogramm mit Kalkhydrat vermischten Chlorkalks enthalten ist. Sie beträgt 36 Kilogramm. Um die zur Darstellung derselben nothwendige Menge Chlor zu liefern, sind 25,72 Kilogramm Braunstein und 41,375 Kilogramm wasserfreier Salzsäure erforderlich, die man in derselben Weise findet, wie soeben angegeben. Die zu Gebote stehende Säure enthält aber nur 25% wasserfreier und es ist demnach hiervon die vierfache Menge erforderlich.

Endlich ist der Kalk zu suchen. In 1 Aequivalent Chlorkalk sind 2 Aequivalente Calcium vorhanden. Diese kommen von 2 Aequivalenten Kalkhydrat her und es sind also zu 1 Aequivalent Chlork[illegible] Aequivalente

Kalkhydrat, oder auf die 36 Kilogramm 20,97 Kilogramm davon erforderlich. Außerdem aber sind auch noch in den verlangten 100 Kilogramm unreinen Chlorkalks nach der Angabe noch 64 Kilogramm Kalkhydrat enthalten und es müssen diese also noch außer den eben gefundenen 20,97 Kilogramm angewandt werden; folglich sind davon im Ganzen 84,97 Kilogramm erforderlich.

Diese Auflösungen sollen dir als Muster zu denen der folgenden Aufgaben dienen:

4) Wie viel Procent salpetersauren Baryt enthält eine Substanz, von der 18,985 Gramm mit Schwefelsäure einen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt geben, der 1,356 Gramm wiegt?

5) Wie viel Kalkhydrat, wie viel Braunstein und wie viel Salzsäure von 30% sind erforderlich zur Darstellung von 1000 Pfund Chlorkalk, der im Ganzen nur 35% Chlor enthalten soll, welche Bestimmung sich auf die wasserfreie Substanz bezieht?

Du hast für nächstens eine kleine Menge Phosphor — etwa 4 Loth — anzuschaffen; sorge auch, daß du etwas gebrannten Kalk haben kannst.

53. Brief.

Phosphor. Eigenschaften desselben und Versuche damit. Oxydationsstufen; Phosphorsäure und Phosphorsäuresalze. Phosphorwasserstoff. — Antworten zu den letzten Aufgaben.

Zur Zeit, als man die allerverschiedensten Experimente ohne festen Plan und ohne Zusammenhang anstellte, um auf irgend eine Weise den „Stein der Weisen“, das „Lebenselixir“ und die Kunst Gold zu machen zu entdecken, unterwarf man alle nur vorkommenden organischen und unorganischen Stoffe allen erdenklichen Manipulationen und Versuchen. Ein Kaufmann, Brandt in Hamburg, der die Ansicht hatte, der Stein der Weisen könne aus Urin gewonnen werden, machte mit diesem Stoffe mancherlei Versuche. Als er größere Mengen dem Destilliren unterwarf und die Destillation auch mit dem trockenen Rückstand, endlich in der Glühhitze fortsetzte, erhielt er in der Vorlage kleine Stücke einer gelblichen Substanz, welche damals noch völlig unbekannt war und die merkwürdige Eigenschaft hatte, im Dunkeln zu leuchten. Der neue Körper erhielt von dieser Eigenschaft den Namen

Phosphor
P = 31,

d. h. Lichtträger. Seither ist die Methode, diesen bis jetzt als einfach geltenden Körper darzustellen, wesentlich verändert und verbessert worden, so daß derselbe, der noch vor 100 Jahren mit 16 Ducaten die Unze bezahlt wurde, in Folge der fabrikmäßigen Bereitung und des großen Verbrauchs nicht viel über 1 Thaler das Pfund kostet.

Die jetzt gebräuchliche Darstellungsweise sollst du nachher kennen lernen, wenn du erst mit den Eigenschaften und Verbindungen des Phosphors bekannt bist. Vorerst wirst du einige Stücke dieses merkwürdigen Körpers zu beschaffen haben, um folgende Versuche damit anzustellen.

Den Phosphor erhältſt du in Geſtalt kleiner Cylinder von blaßgelber Farbe, die ihrer Leichtentzündlichkeit wegen unter Waſſer aufbewahrt werden. Auch kann man allein unter Waſſer ohne Gefahr damit umgehen, denn er entzündet ſich an der Luft ſo leicht, daß oft die Wärme der Hand ſchon dazu hinreichend iſt.

Wenn der Phosphor längere Zeit unter Waſſer aufbewahrt worden iſt, wird er weiß und undurchſichtig, und iſt er auch dem Einfluſſe des Lichtes ausgeſetzt geweſen, ſo wird er roth. Dieſe verſchiedenen Zuſtände des Phosphors rühren keineswegs von einer etwa ſtattfindenden chemiſchen Veränderung deſſelben her; indeſſen zeigt doch der Phosphor darin ſehr abweichende Eigenſchaften, namentlich in Bezug auf ſeine Löslichkeit und ſeine Neigung, ſich mit anderen Körpern zu verbinden. So iſt z. B. der rothe, ſogenannte amorphe Phosphor viel ſchwerer entzündlich als der gewöhnliche Phosphor und auch bei weitem weniger giftig, vielleicht ſogar ohne alle Wirkung auf den thieriſchen Organismus, ſo daß man jetzt angefangen hat, ihn ſtatt des gewöhnlichen zur Anfertigung der Streichhölzchen zu verwenden.

Bei gewöhnlicher Temperatur, noch leichter bei ganz gelinder Wärme, läßt ſich der Phosphor biegen und wie Wachs mit dem Meſſer und ſelbſt mit der Scheere ſchneiden: dieſes wird auch die Art ſein, wie du immer unter Waſſer Stückchen Phosphor von den Stängelchen lostrennen wirſt. Wollteſt du es auf dem Tiſche in der Luft thun, ſo könnte er ſich durch die Reibung, ja ſogar in der Sonnenwärme auch ohne äußere Veranlaſſung entzünden, und es gehören die Brandwunden, die der brennende Phosphor verurſacht, zu den ſchlimmſten und am langſamſten heilenden, ja es vergehen oft Monate, ehe die bösartige Eiterung ihr Ende erreicht.

Immerhin ſollſt du, wenn du mit Phosphor experimentirſt, ein Gefäß mit Oel bereit ſtehen haben, um darein die Hand zu tauchen, wenn brennender Phosphor daran kommen ſollte. Denn das Oel geſtattet nach dem Verlöſchen das Loslöſen des Phosphors beſſer als Waſſer.

Nimm nun ein kleines Stückchen Phosphor, trockne es (ohne Reibung) zwiſchen Fließpapier ab und lege es in ein Schälchen offen hin: es werden ſich weiße Dämpfe zeigen, und wenn du den Verſuch im Dunkeln wiederholſt, ſo kannſt du ſowohl den Phosphor als auch den aufſteigenden Dampf leuchten ſehen. Nach einigen Tagen wird der Phosphor verſchwunden ſein und an ſeiner Stelle ſich nur eine klare, ſauer reagirende Flüſſigkeit finden: Wenn du während dieſes Vorganges eine Glasglocke über das Ganze geſtellt haſt, ſo wirſt du finden, daß die Luft derſelben nach einiger Zeit das Verbrennen nicht mehr unterhalten kann, daß ihr alſo dadurch der Sauerſtoff entzogen

worden. Es oxydirt sich also der Phosphor schon bei gewöhnlicher Temperatur; das Product ist phosphorige Säure PO_3, die aus der Luft Feuchtigkeit anzieht, damit Nebel bildet und endlich zerfließt. Bei dieser langsamen Oxydation wird Licht und Wärme, obwohl nur in geringer Menge, entwickelt.

Mit einem kleinen Stückchen Phosphor, welches mit feuchtem Papier umwickelt und dann in einen Griffelhalter eingeklemmt ist, schreibe unter ganz sanftem Druck einige Züge auf ein Blatt Papier; umwickele aber dabei den Halter ebenfalls mit nassem Papier. Die Schriftzüge werden im Dunkeln leuchten, weil die Oxydation des Phosphors, welches auf dem Papier haften geblieben ist, langsam fortschreitet. Hüte dich, diesen Versuch in irgend einer anderen Weise oder in einem größerem Maßstabe auszuführen — du könntest Unglück haben und sehr schlimme Wunden davontragen.

Die Entzündlichkeit des Phosphors ist so groß, daß schon die Wärme, welche während seiner langsamen Oxydation erzeugt wird, häufig dazu hinreicht. Streue über ein kleines trockenes Stückchen Phosphor etwas Knochenkohle: diese verhindert einestheils die Zerstörung der entstehenden Wärme und beschleunigt anderntheils durch den in ihr absorbirten Sauerstoff die Oxydation, so daß der damit bedeckte Phosphor nach einiger Zeit in Flammen ausbrechen wird.

Auch durch einen nur wenig erwärmten Glasstab kannst du die Entzündung eines auf einem Stein liegenden Phosphorstückchens bewerkstelligen. Einmal angezündet entwickelt der Phosphor bei dieser Verbrennung eine sehr hohe Temperatur. Der dabei aufsteigende weiße Rauch verdichtet sich auf der Wand eines übergestürzten trockenen Gefäßes oder einer Glasglocke in Gestalt von weißen, schneeähnlichen Flocken, die an der Luft schnell Wasser anziehen und zu einer stark sauren Flüssigkeit zerfließen.

Der Phosphor verbrennt nämlich bei erhöhter Temperatur zu Phosphorsäure PO_5, die an der Luft Feuchtigkeit aufnimmt.

Der Phosphor schmilzt schon in warmem Wasser; er verdampft zwar erst bei einer höheren Temperatur, allein Wasserdämpfe reißen stets etwas davon mit. Wenn du ein Stückchen Phosphor in einem Kölbchen mit Wasser übergießest und dieses zum Sieden erhitzest, so schmilzt der Phosphor und du wirst im Dunkeln die Wasserdämpfe leuchten sehen.

Daß der Phosphor auch unter Wasser durch zutretenden Sauerstoff verbrannt werden kann, zeigt folgender leicht anzustellender Versuch: Uebergieße in einem Schälchen einige Stücke chlorsaures Kali und fein zerschnittenen Phosphor mit Wasser und lasse dann in derselben Weise wie früher (Br. 34) etwas Schwefelsäure tropfenweise aus einer Röhre

über dieſe Körnchen fließen. Vermöge ihrer Schwere wird die Schwefelſäure, wenn ſie unmittelbar auf das Pulver geträufelt wird, ſich nicht ſofort mit dem überſtehenden Waſſer miſchen, ſondern das chlorſaure Kali unter Entwickelung von Sauerſtoff und Entzündung des Phosphors zerſetzen.

Der Phosphor iſt in Waſſer unlöslich, in Aether, Weingeiſt und einigen ätheriſchen Oelen iſt er wenig, in Schwefelkohlenſtoff reichlich löslich; der rothe amorphe Phosphor iſt aber in allen dieſen Subſtanzen unlöslich.

Wenn du ein Stückchen abgetrockneten Phosphor in einem Fläſchchen mit Aether übergießeſt und unter öfterem Umſchütteln einige Tage im Dunkeln ſtehen läſſeſt, ſo wird dieſer phosphorhaltig gewordene Aether Gegenſtände, die damit beſtrichen werden, z. B. die Hände, im Dunkeln leuchtend machen. Hüte dich aber, dein Geſicht damit zu beſtreichen, oder überhaupt alle die Kunſtſtücke mit Phosphor zu machen, die man vielfach beſchrieben findet; ſie ſind alle mehr oder minder gefährlich.

Der gewöhnliche Phosphor iſt ein ſtarkes Gift. Man braucht ihn deshalb häufig zur Vertreibung von Ratten und Mäuſen. Seine wichtigſte Anwendung — zu Reibzündhölzchen — gründet ſich darauf, daß er zwar zum Anzünden nur einer niedrigen Temperatur bedarf, aber beim Verbrennen ſo viel Hitze entwickelt, daß andere, ſchwerer entzündliche Körper leicht zu brennen anfangen.

Verbindungen des Phosphors.

Außer der Phosphorſäure PO_5 und der phosphorigen Säure PO_3 exiſtiren noch zwei Verbindungen des Phosphors mit Sauerſtoff, das Phosphoroxyd P_2O und die unterphosphorige Säure PO_2. Du haſt dir außer dem ſchon Erwähnten nur noch etwa Folgendes zu bemerken: Die Phosphorſäure iſt nur in der höchſten Temperatur flüchtig. Von dem Waſſer, welches ſie abſorbirt hat, kann ſie nur bis auf 1 Aequivalent durch Erhitzen getrennt werden. Das zurückbleibende Hydrat ſchmilzt in der Glühhitze und erſtarrt beim Erkalten zu einer glasartigen Maſſe. (Dieſe Verſuche ſelbſt anzuſtellen iſt bei den dir zu Gebote ſtehenden Geräthen nicht wohl thunlich.)

Außer dem Hydrat der Phosphorſäure, welches als die glasartige Phosphorſäure bekannt iſt und die Formel PO_5, HO hat, kennt man noch zwei andere, nämlich PO_5, 2 HO und PO_5, 3 HO. Dieſen entſprechen die verſchiedenen Modificationen oder Zuſtände der Phosphorſäure, welche vielleicht mit den drei Zuſtänden des Phosphors zuſammenhängen und die ſich auch in drei verſchiedenen Arten von Phosphorſäureſalzen wiederfinden, indem man einbaſiſche (RO, PO_5), zwei-

basische (2 RO, PO_5) und dreibasische (3 RO, PO_5) Phosphorsäuresalze kennt. Man unterscheidet sie auch noch durch andere Namen und nennt die ersten Metaphosphorsäure-, die zweiten Pyrophosphorsäure- und die letzten gewöhnliche Phosphorsäuresalze. Die Methoden, diese verschiedenen Modificationen der Säuren und der Salze in einander überzuführen, so wie die Eigenthümlichkeiten derselben näher zu studiren, kannst du wohl jetzt unterlassen; später sollst du wenigstens die wichtigeren Unterscheidungsmerkmale derselben kennen lernen. Ich bemerke nur noch, daß von den 3 Atomen Wasser, welche das Hydrat der gewöhnlichen Phosphorsäure gebunden enthält, auch nur eins oder zwei durch eine Basis ersetzt werden können. So entstehen die sauren Salze der gewöhnlichen Phosphorsäure, von denen wir gleich einige Beispiele kennen lernen werden. Die Salze des Kalkes dienen stets zur Gewinnung des Phosphors; diese letztere werden wir daher auch erst *nach jenen* betrachten können. Ehe wir aber zu den Salzen der Phosphorsäure übergehen, haben wir noch die Verbindungen des Phosphors mit anderen Elementen kennen zu lernen.

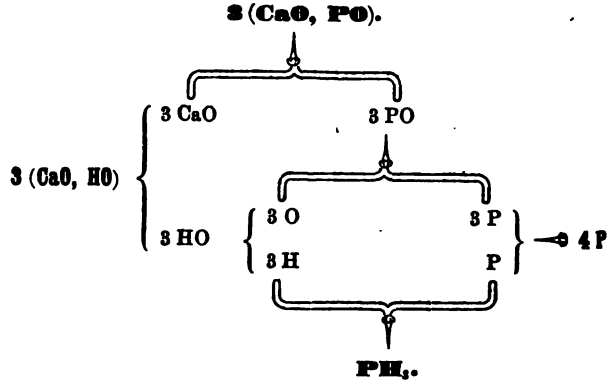
Phosphorwasserstoff.

Mit dem Wasserstoff bildet der Phosphor eine Verbindung, die durch die schönen Erscheinungen, welche sie unter gewissen Umständen bietet, sehr interessant ist. Diese Verbindung PH_3 sollst du auch aus diesem Grunde darstellen, doch erfordert der Versuch viele Sorgfalt und Achtsamkeit, und ich kann dich nicht genug bitten, ganz genau meinen Vorschriften zu folgen, wenn du eines guten und unfallslosen Resultates sicher sein willst. Es hat nämlich der Phosphorwasserstoff, nach bestimmten Methoden bereitet, die Eigenschaft, sich in Berührung mit Luft schon bei gewöhnlicher Temperatur zu entzünden und mit heller Flamme zu verbrennen. Daß der Phosphorwasserstoff diese *Selbstentzündlichkeit nicht immer zeigt*, hat seinen Grund darin, daß sie eigentlich einer anderen Verbindung PH_2 zukommt, die in hohem Grade selbstentzündlich ist, so daß die Verbindung PH_3 nur dann selbstentzündlich sein kann, wenn sie eine geringe Menge PH_2 enthält, was natürlich von ihrer Bereitungsweise abhängig ist.

Am leichtesten stellt man selbstentzündlichen Phosphorwasserstoff durch Erhitzen von Kalkhydrat mit Phosphor dar. Dieser vertritt dann den Wasserstoff des Hydrats — wodurch sich unterphosphorigsaurer Kalk bildet — und der frei werdende Wasserstoff tritt mit einem anderen Theil des Phosphors zu der fraglichen Verbindung zusammen; da hierzu 3 Atome Wasserstoff frei werden müssen, so müssen auch 3 Atome unterphosphorigsaurer Kalk gebildet werden; also haben wir die Formel:

$$3\,(CaO, HO) + 4\,P = 3\,(CaO, PO) + PH_3$$

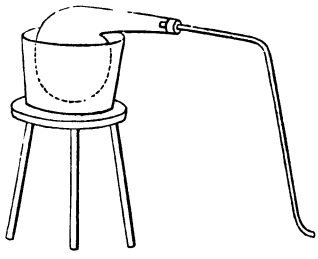
und das Schema :



Um den Verſuch anzuſtellen verfahre folgendermaßen :

Lösche etwas gebrannten Kalk zu trockenem Pulver und füge dann ſo viel Waſſer hinzu, daß eine feuchte, zuſammenballende Maſſe entſteht. Während dieſe völlig erkaltet, wähle eine tubulirte kleine Retorte von 4 — 6 Unzen Inhalt oder einen Kolben aus, in deſſen Mündung du mittelſt eines guten Korks ein Gasleitungsrohr einzupaſſen haſt, um das entweichende Gas in die pneumatiſche Wanne zu leiten. Befeſtige dieſen Apparat ſo in den Retortenhalter, daß die Retorte mittelſt deſſelben leicht in ein Gefäß mit Waſſer getaucht werden kann; dieſes iſt ſo aufzuſtellen, daß es mittelſt der Spirituslampe zum Sieden erhitzt werden kann, und darf nicht größer ſein, als daß die Retorte mit einem Spielraum von 1 bis 2 Zoll in dieſem Waſſerbad erhitzt werden kann, wie es z. B. beiſtehende Figur 139 andeutet. Nun nimm den Apparat auseinander, erhitze das Waſſer zum Sieden und fülle die Retorte etwa zur Hälfte oder zu $\frac{2}{3}$ mit einem Gemenge von dem feuchten Kalkhydrat und kleinen Stückchen Phosphor. Dieſen zerſchneideſt du, wie ſchon öfter geſagt, mit dem Meſſer oder der Scheere unter Waſſer, nimmſt die Stücke damit heraus, entfernſt das anhängende Waſſer nur etwas mit Fließpapier und bringſt ſie dann ſchnell und ohne ſie anzufaſſen in die Retorte, die ſchon etwas Kalk enthält. Sind einige Stücke darin, ſo fügſt du wieder etwas Kalk und dann wieder Phosphor und ſo fort hinzu, ſchüttelſt etwas durcheinander und bringſt zuletzt noch etwas Kalk hinein. Daß

Fig. 139.



dieſe Operation langwierig iſt und daß du dabei mit einem Glasſtab nachhelfen mußt, ohne außer Acht zu laſſen, daß die Reibung an der Wand des Tubus den Phosphor ſchon entzünden könnte, brauche ich wohl kaum zu ſagen. Achte ferner darauf, daß kein Phosphor umherſpringe und hebe ihn, wenn es geſchehen ſein ſollte, mit der Scheere auf. Endlich tauche jedes Stückchen, das einige Zeit lang an der Luft gelegen hat, vor dem weiteren Gebrauche erſt wieder in Waſſer. Im Ganzen mußt du vielleicht 10 — 12 erbſengroße Stücke Phosphor und eine etwa vierfach ſo große Quantität Kalk in die Retorte bringen. Dieſe tauche alsdann, ohne das Gasleitungsrohr anzuſetzen, ein paar Mal in das ſiedende Waſſer ein, bis du denkſt, daß ſie ohne zu ſpringen deſſen Temperatur ertragen kann. Dann laſſe ſie darin ſtehen (wobei ſie aber den Boden des Gefäßes nicht berühren darf!) und warte ruhig ab, bis ſich an der Stelle der weißen Dämpfe, welche die Retorte erfüllen, ein kleines Flämmchen an ihrer Mündung zeigt. Laſſe dich durch kleine Exploſionen und aufblitzende Flämmchen nicht beirren und warte ruhig bis zu dem bezeichneten Momente. Dann paſſe ganz ruhig den Kork mit der Gasleitungsröhre in die Oeffnung ein und warte bis das Flämmchen, durch daſſelbe fortſchreitend, ſich an der Oeffnung der Röhre zeigt. Stelle nun eine Schale mit Waſſer ſo auf, daß die Mündung darin untertaucht und die Gasblaſen durch das Waſſer austreten. Du wirſt jede derſelben beim Zerplatzen ein Flämmchen zeigen ſehen, das ein Kränzchen weißen Dampfes hinterläßt, welches ſich immer erweiternd in die Höhe ſteigt, während jeder einzelne Punkt ſich um den Ring ſelbſt wirbelnd dreht. Die Erhitzung des Waſſerbades iſt ſo zu leiten, daß die Entwickelung der Gasblaſen einen regelmäßigen und langſamen Verlauf nimmt. Nach und nach werden die Kränzchen immer dicker und ſchöner; endlich aber kommen auch einzelne Gasblaſen, die ſich nicht entzünden, oder es läßt die Entwickelung auch beim ſtarken Kochen des Waſſers ſo nach, daß es räthlich erſcheint, den Verſuch zu unterbrechen. Dieſes bewirke, indem du ſchnell die Retorte mittelſt des Retortenhalters aus dem Waſſerbad hebſt, die Röhrenöffnung mit dem Finger verſchließt und das Ganze an einen Ort ſtellſt, wo ihr etwaiges Zerſpringen keinen Schaden bringen kann. Hüte dich, das Gasleitungsrohr aus der Retorte zu entfernen, es könnte eine Exploſion ſtattfinden. Laſſe den ganzen Apparat einige Tage ſtehen, öffne dann den Kork und ſpüle die Retorte im Freien mit Waſſer aus. Sollte dabei ein Rückſtand von Phosphor bleiben, ſo kannſt du dieſen durch Erhitzen mit Waſſer, durch Umkehren und Eintauchen der Retortenmündung ſchmelzen und in kaltes Waſſer ausleeren.

Das Phosphorwaſſerſtoffgas, welches du durch dieſen Verſuch kennen lernſt, iſt, wie du leicht bemerkſt, ein farbloſes Gas von eigenthümlichem

Geruch, das ſich in Waſſer nicht auflöſt. Daß es ſich an der Luft entzündet, läßt ſich durch Auffammeln in einem kleinen Gläschen und Herausziehen deſſelben aus dem Waſſer noch beſſer beobachten, als beim Austreten der Gasblaſen, von denen man glauben könnte, ſie träten gleich als Flammen aus. Das Product der Verbrennung iſt Waſſer und Phosphorſäure, welche in den ſchönen Kränzchen aufſteigt, deren liebliches Spiel zu beobachten dir gewiß große Freude gewährt haben wird.

Damit will ich für heute ſchließen; nächſtens wende ich mich zu einigen Phosphorſäureſalzen und der Darſtellung des Phosphors. Ich laſſe nur noch die Antworten zu den letzten Aufgaben folgen:

1) 10,37 %.

2) a. 146 Pfund Salzſäure, 87,2 Pfund Braunſtein;
b. 114,96 Pfund Salzſäure, 86,66 Pfund Braunſtein.

3) 84,97 Kilogramm Kalkhydrat, 24,72 Kilogramm Braunſtein, 165,5 Kilogramm Salzſäure.

4) 8 %.

5) 858,93 Pfund Kalkhydrat, 429,86 Pfund Braunſtein, 2399,06 Pfund Salzſäure.

54. Brief.

Allgemeine Eigenſchaften der Phosphorſäuresalze. Phosphorſaurer Kalk: phosphorſaures Natron. Darſtellung des Phosphors. — Arſen; arſenige Säure: Arſenſäure: Arſenwaſſerſtoff. Salze der arſenigen Säure. Schwefelungsſtufen des Arſens. — Aufgaben.

Die Phosphorſäuresalze ſind, mit Ausnahme der Natron- und Kali-(und Ammoniak-)ſalze, in Waſſer unlöslich, löſen ſich aber leicht in Säuren auf. Mit Schwefelſäure erhitzt laſſen ſie die Säure als nicht flüchtig natürlich nicht entweichen. Beim Erhitzen mit Kohle und (feuerbeſtändiger) Kieſelſäure (1) entwickeln ſie Phosphor. Dasjenige Phosphorſäuresalz, aus welchem jetzt aller Phosphor und mithin alle Phosphorverbindungen dargeſtellt werden, iſt

der phosphorſaure Kalk.

Die Knochen beſtehen aus organiſcher Subſtanz (Leim), kohlenſaurem und phosphorſaurem Kalk. Beim Glühen unter Luftzutritt wird die organiſche Subſtanz verbrannt und es bleibt die weiße Knochenaſche zurück, die zu ⅔ aus 3 CaO, PO_5 und zu ⅓ aus kohlenſaurem Kalk beſteht. Wenn man die Knochenaſche mit Schwefelſäure behandelt, ſo entſteht ſaurer phosphorſaurer Kalk, und zwar je nach der Menge der zugeſetzten Säure von verſchiedener Zuſammenſetzung. Das Salz (CaO, 2 HO) PO_5, welches bei einem beſtimmten Verhältniß der Säure und der Aſche gebildet wird, iſt zerfließlich und dient zur Darſtellung des Phosphors. Die unlöslichen Verbindungen der Phosphorſäure und des Kalkes ſind in Säuren und ſelbſt in kohlenſäurehaltigem Waſſer löslich. Der phosphorſaure Kalk kommt als Apatit in der Natur vor und

(1) Eine Subſtanz, die wir bald kennen lernen und die ſich durch ihre Unveränderlichkeit im Feuer auszeichnet.

bildet auch einen Bestandtheil mehrerer anderer Mineralien und mehrerer organischer Substanzen.

Das phosphorsaure Natron

entsteht durch doppelte Zersetzung des sauren phosphorsauren Kalkes mit kohlensaurem Natron, wobei kohlensaurer Kalk ausfällt. Durch Krystallisirenlassen wird das Salz $(2\,NaO, HO)\,PO_5 + 24\,HO$ rein erhalten.

Wenn man durch vermehrten Zusatz von Schwefelsäure dem phosphorsauren Kalk noch mehr Kalk entzieht, so erhält man ein so saures Salz, daß man es als Phosphorsäure betrachten kann, die mit Kalk verunreinigt ist; mit kohlensaurem Natron liefert dieselbe ebenfalls das genannte Salz. Nach dieser Anschauungsweise habe ich dir die Erklärung dieses Verfahrens, phosphorsaures Natron darzustellen, früher angegeben.

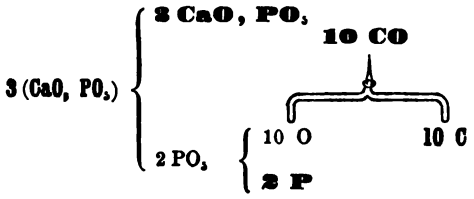
Durch Zusatz von Natronhydrat und Eindampfen wird aus dem eben bezeichneten Salz noch ein Aequivalent Wasser durch Natron vertreten und das Salz $3\,NaO, PO_5 + 24\,HO$ erhalten, woraus ersichtlich ist, daß die vorhin gegebene Formel desselben (und nicht $2\,NaO, PO_5 + 25\,HO$) richtig ist; wirklich wird auch durch Zersetzung mit anderen Metalloxydsalzen, deren Phosphorsäuresalz unlöslich ist, nicht das Salz $2\,MO, PO_5$, sondern $3\,MO, PO_5$ ausgefällt und also die 2 Atome Natron und das 1 Atom Wasser durch die Basis vertreten.

Die Lösung des Salzes ist neutral; beim Erhitzen gehen erst die 24 Atome Wasser weg, das 25ste aber erst in der Glühhitze.

Du wirst von dem Salze noch etwas von früherher haben; im anderen Falle müßtest du eine kleine Menge davon darstellen.

Um aus der Knochenasche den Phosphor darzustellen, wird dieselbe mit $\frac{2}{3}$ Schwefelsäure und Wasser vermischt. Man erhält Gyps, welcher größtentheils ausfällt, und eine Lösung von saurem phosphorsaurem Kalk. Die letztere wird vom Niederschlag abfiltrirt und dann eingedampft. Nachdem sie von dem noch weiter sich bildenden Niederschlag abgegossen ist, wird sie zur Syrupdicke eingedampft, hierauf mit Kohle in der Glühhitze zur vollkommenen Trockne gebracht und dann in thönernen Retorten zur heftigen Weißglühhitze erhitzt. Solcher Retorten stehen mehrere in einem Ofen; sie münden in eine Vorlage mit warmem Wasser, damit der überdestillirende Phosphor nicht sogleich erstarrt. Neben anderen durch den Wassergehalt des Kalksalzes bedingten Pro-

ducten erhält man als Destillat Phosphor, als Rückstand neutralen phosphorsauren Kalk. Es zerfällt nämlich der saure phosphorsaure Kalk in neutralen phosphorsauren Kalk und Phosphorsäure, welche dann von der Kohle reducirt wird, nach dem Schema :



Formel : $3\,(CaO,\,PO_5) + 10\,C = 3\,CaO,\,PO_5 + 10\,CO + 2\,P.$

Der Phosphor wird unter warmem Wasser durch Gemsleder gepreßt und dann in Glasröhren erstarren gelassen, worauf er in der dir bekannten Gestalt von runden Stängelchen in den Handel kommt.

Die Eigenschaften des Phosphors, welche die Ursache seiner Anwendung zu Reibzündhölzchen sind, sind dir schon bekannt und ich brauche daher über diesen Punkt nur anzudeuten, daß die gehörig zugeschnittenen Hölzchen erst in geschmolzenen Schwefel und dann in die Phosphorzündmasse eingetaucht werden, welche wesentlich aus Leim- oder Gummischleim besteht, in welchen man in der Wärme Phosphor und verschiedene oxydirende Stoffe, wie Salpeter, Mennige, Braunstein u. s. w. eingerührt hat.

Ein Element, welches zwar äußerlich mit dem Phosphor keine Aehnlichkeit zeigt, sondern in seinen physikalischen Eigenschaften sich den Metallen zuzugesellen scheint, dagegen in seinen Verbindungen dem Phosphor folgt und diesen auch meistens, wenn auch in geringer Menge, begleitet, ist das

Arsen oder Arsenik

As = 75.

Unter dem Namen Scherbenkobalt, Cobaltum oder Fliegenstein kommt es in kleineren oder größeren Stücken im Handel vor, und du wirst es dir leicht verschaffen können, obwohl es schon für sich giftig und der Handel damit mancherlei Beschränkungen unterworfen ist. Hüte dich auch, andere Versuche mit diesem Körper anzustellen, als diejenigen, welche ich dir angeben werde, und trage selbst bei diesen für guten L

wechsel in dem Zimmer und für behutsame Entfernung aller arsenhaltigen Waschwasser u. s. w. an unzugängliche Orte Sorge. Wenn du ein größeres Stück Arsenik hast, so wirst du auf dessen frischem Bruche die zinnweiße Farbe und den hellen Glanz dieses Körpers bemerken; der dunkle Ueberzug, welchen das Arsen meistens hat, rührt von einer Haut von Arsensuboxyd her, welche beim Einlegen in Chlorwasser oder in unterchlorigsaures Kali verschwindet und der eigenthümlichen Farbe und dem Glanze des Arsens Platz macht, wie du leicht bemerken kannst.

Erhitze nun einige Körnchen Arsen in einer Reagenzröhre: sie werden vom Boden derselben verschwinden und sich an dem kälteren Theile der Röhre in Gestalt eines grauen, metallischspiegelnden Ringes sublimiren; das Arsen ist demnach flüchtig und sublimirbar. Zugleich wird sich ein starker Geruch, der mit dem des Knoblauchs verglichen wird, und auch mit dem des Phosphors Aehnlichkeit hat, zeigen; merke dir denselben genau, ohne doch mehr als durchaus nöthig von dem Arsenikdampf einzuathmen; er ist für diesen Stoff characteristisch. Erhitze dann ein kleines Körnchen in der Mitte einer offenen, schief gehaltenen Glasröhre, so daß die Luft hindurchstreichen kann; es wird sich ein weißer Rauch und an den kälteren Stellen ein weißes Sublimat zeigen. Das Arsen wird in diesem Falle zu arseniger Säure oxydirt. Außer dieser bildet das Arsen noch eine andere, nämlich die Arsensäure oder Arsenikſäure. Die

arsenige Säure

AsO_3

ist das gewöhnlich sogenannte Arsenik oder weiße Arsenik, welches als häufig angewandtes Gift allgemein bekannt ist. Diese Oxydationsstufe des Arsens entsteht außer in der eben erwähnten Art überhaupt immer da, wo Verbindungen des Arsens mit Metallen oder mit Schwefelmetallen geröstet (d. h. unter Zutritt von Luft erhitzt) werden; es sublimirt dann stets die arsenige Säure in die kälter gehaltenen Vorlagen, Schornsteine oder Kanäle (Giftfänge genannt), während das Oxyd des anderen Metalls und bei Gegenwart von Schwefel auch schweflige Säure entsteht.

Die so dargestellte arsenige Säure bildet ein weißes Pulver (Giftmehl) und wird vor der Versendung raffinirt, d. h. einer Destillation unterworfen, wodurch man es in Gestalt von glasähnlichen Krusten erhält.

Die Darstellung wird im Großen ausgeführt, theils um die das Arsen begleitenden Metalle zu gewinnen (wo also die arsenige Säure nur als Nebenproduct fällt), theils auch, weil die arsenige Säure in

großer Menge zur Darstellung von Farben und in der Druckerei gebraucht wird.

Um die Eigenschaften dieses Körpers kennen zu lernen, wirst du dir eine ganz kleine Menge desselben zu verschaffen suchen müssen, da seine Darstellung wegen der zu hohen Giftigkeit nicht ohne Gefahr ist. Gewöhnlich erhält man die arsenige Säure im Handel nicht in glasähnlichen, sondern in durchscheinenden, porcellanähnlichen Stücken; es tritt nämlich nach einiger Zeit eine Veränderung der Structur ein, die dieses veränderte Ansehen zur Folge hat. Ohne daß ein chemischer Unterschied stattfindet, zeigen doch diese beiden Modificationen der arsenigen Säure etwas abweichende Eigenschaften, namentlich in Bezug auf die Löslichkeit: Es ist z. B. die glasartige Säure weit leichter löslich in Wasser als die porcellanartige; bei längerem Kochen mit Wasser geht diese wieder in jene über; sie bedarf dann 10—12 Theile heißes Wasser zu ihrer Lösung. In Salzsäure ist die arsenige Säure leicht löslich.

Eine sehr geringe Menge arsenige Säure wirf auf einen stark erhitzten Ziegelstein: du wirst zwar einen weißen Dampf, aber keine Spur des Arsenikgeruchs wahrnehmen — denn die arsenige Säure ist völlig geruchlos. Von Kohle wird sie leicht zu Arsenik reducirt. Daher wirst du den Geruch sogleich bemerken, wenn du eine Messerspitze voll auf glühende Kohlen wirfst. Die Reduction der arsenigen Säure erfolgt sehr leicht: Ziehe ein Glasröhrchen in eine Spitze aus, schmelze diese zu und bringe nach dem Erkalten eine geringe Menge arseniger Säure hinein; halte das Röhrchen horizontal und lege unmittelbar vor die Säure einen Holzkohlensplitter; nun erhitze erst diesen und dann die arsenige Säure zum Glühen; du wirst einen metallischen Ring von Arsen sich sogleich an der kälteren Stelle der Röhre bilden sehen.

Die arsenige Säure ist eine sehr schwache Säure, die unter Umständen sogar von der Kohlensäure ausgetrieben wird. Von ihren Salzen sind nur die des Kali's und Natrons in Wasser löslich, die übrigen sind in Wasser nicht, aber leicht in verdünnten Säuren löslich. Sie sind sämmtlich sehr heftige Gifte. Das am wenigsten giftige scheint das arsenigsaure Eisenoxyd zu sein, weshalb man frisch gefälltes Eisenoxydhydrat oder Eisenrost als Gegengift gegen Arsenvergiftungen anwendet und in den Apotheken vorräthig hält.

Löse etwas arsenige Säure in einer Potaschenlösung in der Wärme auf und setze die Lösung, welche arsenigsaures Kali enthält, zu einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd; der entstehende schön grüne Niederschlag von arsenigsaurem Kupferoxyd ist die unter dem Namen Scheele's Grün bekannte Farbe. Noch prächtiger und lebhafter ist die Farbe des Schweinfurter Grüns, einer Verbindung von essigsaurem

und arsenigsaurem Kupferoxyd. Du kannst diese in folgender Weise in geringer Menge darstellen: Löse etwas arsenige Säure in ihrem 12fachen Gewichte kochenden Wassers und setze dazu während des Siedens ein gleiches Gewicht Grünspan, der mit Wasser angerührt ist.

Beide Farben sind von allen anderen grünen Farben durch die characteristischen Eigenschaften aller Verbindungen der arsenigen Säure ausgezeichnet; einige hiervon kennst du schon, die anderen sollst du nach und nach kennen lernen. Weil Kupferoxyd enthaltend sind diese Verbindungen mit blauer Farbe in Ammoniak löslich; bei der leicht kenntlichen Lebhaftigkeit des Grüns reicht dieses Merkmal schon allein aus, um sie von anderen Farben zu unterscheiden. Die einzige Kupferfarbe, mit welcher dann noch eine Verwechselung möglich wäre, ist das Kohlensäuresalz, von dem du aber weißt, daß es bei einigem Erhitzen schwarz wird. Wegen ihrer Giftigkeit sind die Arsenikfarben in vielen Staaten verboten; sie werden dennoch vielfach gebraucht, und man sollte daher nie ohne vorherige Untersuchung ein Zimmer bewohnen, welches hellgrün angestrichen oder tapezirt ist, indem man immer Gefahr läuft, dadurch an der Gesundheit Schaden zu leiden und wäre es auch nur durch die sich allmälig loslösenden Staubtheilchen.

Außer der arsenigen Säure (und dem ebenfalls erwähnten, aber wenig bekannten Suboxyd) hat das Arsen noch eine andere Oxydationsstufe, die schon vorhin erwähnte

Arsenikſäure

AsO_5.

Sie ist von geringem Interesse und du brauchst dir daher nur zu merken, daß sie beim Behandeln des Arsens mit Königswasser entsteht und eine nicht krystallisirbare weiße Masse bildet, deren Verbindungen mit Basen in der Kattundruckerei Anwendung finden.

Wie der Phosphor, so verbindet sich auch das Arsen mit dem Wasserstoff; diese Verbindung ist der

Arſenwaſſerſtoff

AsH_3.

Er entsteht allemal dann, wenn eine Flüssigkeit, die ein Oxyd des Arseniks in Lösung enthält, bei der Entwickelung von Wasserstoff zugegen ist. Der Arsenwasserstoff ist ein farbloses Gas und außerordentlich *giftig*. Vor dem Einathmen des Wasserstoffes, der davon auch nur

ußerſt geringe Spuren enthält, hat man ſich ſehr zu hüten, indem ſchon hr wenig davon tödtlich wirken kann.

Setze zur Waſſerſtoffentwickelung den Apparat Fig. 123 mit nur iner Waſchflaſche zuſammen; dann bringe ſtatt der Ableitungs- und ugelröhre eine längere Röhre an, die in einen Winkel gebogen iſt, ſo aß der längere Schenkel horizontal ſtehe. Wenn die Gasentwickelung o lange gedauert hat, daß du der Vertreibung der Luft aus dem pparate verſichert biſt, ſo ſtelle dieſen ſo auf, daß das Gas ins Freie der in eine gut ziehende Ofenröhre entweicht und zünde es an. Nun ringe durch den Trichter einige Tropfen einer verdünnten Löſung von arſeniger Säure oder Scheele'ſchem Grün in Salzſäure in den Apparat und ſpüle mit Waſſer nach; du wirſt ſofort die Flamme einen weißen Saum annehmen ſehen. Der Arſenwaſſerſtoff verbrennt dann zu Waſſer und arſeniger Säure, welche weniger giftig iſt, als der Arſenwaſſerſtoff, aus welchem Grunde man das Gas nie unangezündet entweichen laſſen darf. Nun erhitze die horizontale Röhre mittelſt der Spirituslampe an irgend einer Stelle zum Glühen; dadurch wird der Arſenwaſſerſtoff in ſeine Beſtandtheile zerſetzt und das Arſen ſetzt ſich als glänzender ringförmiger Metallſpiegel in der Röhre an. Auch innerhalb der Flamme findet dieſe Zerſetzung durch die Hitze derſelben ſtatt, und wenn du ſie durch ein hineingehaltenes Porcellanſtück abkühlſt, ſo wirſt du auf demſelben metalliſch glänzende Flecken ſich abſetzen ſehen. Wenn du einige derſelben, ſowie einen oder zwei Ringe in der Röhre erhalten haſt, ſo kannſt du den Verſuch unterbrechen und den Apparat im Freien bis zur Beendigung der Gasentwickelung ſich ſelbſt überlaſſen, worauf du ihn ſorgfältig auszuſpülen haſt, damit ſpätere Verſuche nicht durch die Gegenwart von Arſenik geſtört werden, wovon ſchon die geringſte Spur dieſe Erſcheinungen hervorruft. Du haſt dich noch davon zu überzeugen, daß die erhaltenen Metallſpiegel in unterchlorigſaurem Natron löslich ſind. Bringe dann die Röhre mit den metalliſchen Ringen mittelſt eines paſſenden Korkes in die Mündung eines Kolbens, worin ſich Schwefelwaſſerſtoff entwickelt, und nach einiger Zeit in einen anderen, aus welchem Salzſäuregas hindurchſtrömt: Das Arſen wird dadurch nicht verſchwinden. Dagegen werden die Flecken ſich in Salpeterſäure leicht auflöſen.

Dieſe Erſcheinungen merke dir ſchon jetzt, ſpäter wirſt du erfahren, daß ein dem Arſenik ähnliches Element, das Antimon, ſich durch ſein Verhalten unter denſelben Umſtänden von dem Arſenik leicht unterſcheiden läßt.

Von den übrigen Verbindungen des Arſens bieten noch die mit dem Schwefel ein großes Intereſſe. Wir kennen drei

Schwefelungsſtufen des Arſens,

nämlich das Sulfür AsS_2, das Sulfid AsS_3 und das Superſulfid AsS_5.

Das Arſenſulfür findet ſich natürlich als Realgar und kann durch Zuſammenſchmelzen von Schwefel und Arſen in den erforderlichen Verhältniſſen erhalten werden; es dient als Malerfarbe. Du mußt es nicht darſtellen und auch keine weiteren Verſuche damit vornehmen.

Das Sulfid AsS_3 kannſt du leicht als ſchön gelben Niederſchlag durch Hindurchleiten von Schwefelwaſſerſtoff durch eine Löſung von arſeniger Säure in Salzſäure erhalten. Dieſe Verbindung kommt in der Natur als Auripigment oder Rauſchgelb vor und wird auch künſtlich durch Deſtillation von arſeniger Säure mit Schwefel dargeſtellt (1), um als Malerfarbe benutzt zu werden.

Haſt du durch Oxydation von Arſenik mittelſt Königswaſſer eine kleine Menge einer Löſung von Arſenſäure dargeſtellt, ſo wirſt du in einem Theil derſelben durch Einleiten von Schwefelwaſſerſtoff nach einiger Zeit einen gelben Niederſchlag erhalten, welcher aus dem Superſulfid beſteht. Haſt du zu einem anderen Theil der Löſung erſt ſchweflige Säure geſetzt, ſo erſcheint der Niederſchlag ſogleich, beſteht aber aus dem Sulfid, indem die Arſenikſäure reducirt worden iſt.

Die ſämmtlichen Schwefelarſenverbindungen ſind Sulfoſäuren und verbinden ſich mit den Sulfobaſen zu Salzen; das Sulfid und Superſulfid entſprechen den betreffenden Säuren; ein Oxyd, welches dem Sulfür entſpräche, iſt jedoch noch nicht bekannt.

Das Arſen verbindet ſich mit vielen Metallen, welche Verbindungen zum Theil fertig gebildet in der Natur vorkommen. Den Arſenikalkies (FeAs) und den Arſenikkies ($FeAs + FeS_2$) benützt man zur Darſtellung des Arſeniks, indem man ſie in thönernen Retorten einer Deſtillation unterwirft. Dabei liefert der erſtere Arſen und eine Verbindung von geringerem Arſengehalt, der letztere Arſenik und Schwefeleiſen FeS.

Hiermit können wir die Betrachtung dieſes Elementes beſchließen, und ich bitte dich nur, das Geſagte, obwohl es wenig iſt, doch genau dir einzuprägen, da wir ſpäter noch einmal darauf zurückkommen werden.

(1) $2\,AsO_3 + 9\,S = 2\,AsS_3 + 3\,SO_2$.

Zum Schluſſe noch einige Aufgaben:

1) Wie viel Kubikfuß Kohlenoxyd (ſpecifiſches Gewicht 0,9706) werden frei bei der Darſtellung von 1,1824 Loth Phosphor?

2) Wie viel Kalk, wie viel Waſſer und wie viel Phosphor gehören der Theorie nach zur Darſtellung von 4 Kubikdecimeter Phosphorwaſſerſtoff (ſpecifiſches Gewicht 1,1926)?

3) Wie viel Procent Arſenik enthält eine Subſtanz, von der 5,214 Gramm nach dem Auflöſen und Fällen mit Schwefelwaſſerſtoff einen Niederſchlag von AsS_3 geben, der 0,0555 Gramm wiegt?

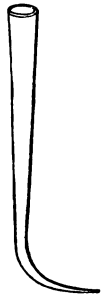
Außer einigen Apparaten, deren ſpecielle Beſchreibung im nächſten Briefe folgen wird und die du erſt dann zu beſchaffen haſt, bedarfſt du zu den nächſten Verſuchen nichts, was du nicht ſchon beſäßeſt.

55. Brief.

Anſchaffung eines Löthrohres und Einübung ſeines Gebrauchs. — Chrom. Vervollſtändigung der Kenntniß ſeiner Verbindungen. Darſtellung von Chromchlorid. — Antworten.

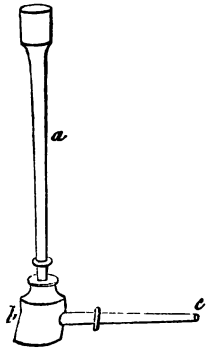
Es iſt nun wohl Zeit, daß du den Gebrauch des Löthrohrs kennen lernſt, damit du, wenn die ſpäteren Verſuche ihn erfordern, darin die nöthige Uebung beſitzeſt, um zuverläſſige Reſultate zu erzielen.

Fig. 140.



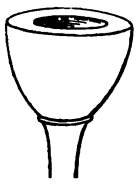
Das Löthrohr iſt ein Inſtrument, welches dem Chemiker dazu dient, kleine Quantitäten zu unterſuchender Subſtanzen einem hohen Hitzegrade und je nach Wunſch einer Oxydation oder einer Reduction auszuſetzen. Es wird zu dem Ende mittelſt des Löthrohrs ein feiner Luftſtrom in eine Oelflamme getrieben, welcher durch die erhöhte Verbrennung eine ſehr hohe Temperatur hervorbringt. In der Nähe des eingeblaſenen Luftſtroms findet alsdann eine Oxydation, in einiger Entfernung davon aber, ſo wie in hinreichender Entfernung von der umgebenden Luft eine Reduction der erhitzten Körper durch die Kohle der Flamme Statt. Das Löthrohr findeſt du in ganz einfacher Form (Fig. 140) ſchon für einige Silbergroſchen in Meſſingwaarenhandlungen; dieſe Löthrohre ſind aber wegen des beim Hineinblaſen ſich darin verdichtenden Waſſers nicht ſo practiſch, wie die von beiſtehender Geſtalt (Fig. 141), die man ebenfalls aus Meſſing gearbeitet häufig in den genannten Handlungen erhält, jedenfalls aber von einem Mechaniker zum Preiſe von 20—25 Sgr. bekommen kann. Die drei Theile laſſen ſich auseinandernehmen; der Theil a dient zum Einblaſen der

Fig. 141.



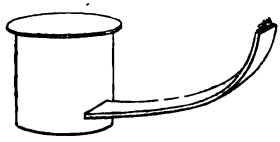
Luft; in b condenſirt ſich die Feuchtigkeit des Athems, bei c tritt der Luftſtrom durch eine feine runde Oeffnung in die Flamme aus. Dieſe Oeffnung iſt zweckmäßig mit Platina ausgekleidet, weil dieſer Stoff der Einwirkung der Hitze am beſten widerſteht. Solche Löthrohre mit Platinaſpitzen koſten etwa 10—15 Sgr. mehr. Das Mundſtück beſtelle trompetenförmig, oder laſſe eines von der Geſtalt, wie es Fig. 142 in vergrößertem Maßſtabe darſtellt, aus Holz oder Horn machen: es iſt ſehr bequem, weil ſich die Lippen demſelben leicht anlegen und ohne Mühe anſchließen.

Fig. 142.



Als Lampe benutzeſt du irgend eine Oellampe mit möglichſt breitem und dickem Dochte, etwa in der Art der Küchenlampen, nur mit plattem Dochte. Willſt du dir in Ermangelung einer ſolchen eine anfertigen laſſen, ſo zeichne ich dir hier Fig. 143 eine ganz einfache aus Blech, die ich ſchon lange benutze. In Handlungen chemiſcher Geräthſchaften findeſt du übrigens zu verſchiedenen Preiſen meſſingene von weniger einfacher Conſtruction, die mehr oder weniger alle Bequemlichkeiten vereinigen, deren Anſchaffung indeſſen für deine Zwecke nicht nothwendig iſt.

Fig. 143.



Zunächſt wirſt du dich nun darin zu üben haben, mittelſt des Löthrohrs einen durch das Athmen nicht unterbrochenen Luftſtrom hervorzubringen. Wollteſt du unmittelbar die Luft aus den Lungen in das Löthrohr treiben, ſo würdeſt du einestheils bald ermüden, anderntheils einen ſtoßweiſe austretenden und oft unterbrochenen Luftſtrom erhalten. Deshalb mußt du die aufgeblaſenen Backen als ein Luftmagazin zu gebrauchen ſuchen, und in daſſelbe durch Einathmen durch die Naſe Luft ein- und durch ſanftes Zuſammendrücken wieder durch das Löthrohr austreten laſſen. Darin liegt einige Schwierigkeit und ich kann dir nur rathen, recht häufig und lange den Verſuch anzuſtellen, gleichzeitig durch die Naſe zu athmen und durch das Löthrohr zu blaſen. Es kommt nur darauf an, die Contraction der angeſpannten Backen ſo zu leiten, daß dieſelbe unabhängig vom Einathmen durch die Naſe geſchieht, und ſomit die austretende Luft allmälig durch die eintretende erſetzt werden kann, ohne daß der Strom derſelben unterbrochen werde.

Dieſe Uebungen führe ſo oft aus, bis es dir gelingt, beliebig lange das Blaſen fortzuſetzen; halte dabei die Löthrohrſpitze in die Flamme und bemühe dich, eine recht regelmäßige, nicht flackernde und nicht brauſende Flamme zu erzeugen. Eine nähere Erklärung kann ich dir nicht geben, und ich muß es deiner eigenen Bemühung überlaſſen, dir die gehörige Geſchicklichkeit zu erwerben, die meiſtens plötzlich ſich einſtellt,

ohne daß man sich selbst Rechenschaft geben könnte, wie man dazu gelangt ist. In meinem nächsten Briefe gebe ich dir die Versuche an, die du hiernach zunächst anzustellen hast, um mit dem Löthrohr vertraut zu werden. Ich fahre heute in der Betrachtung der Elemente und ihrer Verbindungen fort und zwar wende ich mich zunächst zum

Chrom

Cr = 26,7.

Das Chrom ist ein dem Eisen sehr ähnlich sich verhaltendes Metall, von welchem dir schon manche Verbindungen mit ihren Darstellungsweisen bekannt geworden sind. Du wirst dich erinnern, daß du aus dem Chromeisenstein mit Salpeter chromsaures Kali und aus diesem, obwohl auf Umwegen, Chromoxyd dargestellt hast. Aus letzterem kann man durch Reduction mit Kohle in sehr heftiger Weißglühhitze das Chrom erhalten, welches dann ein zinnweißes, sehr strengflüssiges und lebhaft glänzendes Metall darstellt.

Es findet für sich keine Anwendung und wird nur selten in Laboratorien unter Anwendung besonderer Heizvorrichtungen dargestellt. Du weißt schon, daß es mit dem Sauerstoff in zwei Verhältnissen sich verbindet, zu

Chromoxyd Cr_2O_3 und Chromsäure CrO_3.

Außerdem existirt noch ein Chromoxydul CrO; du siehst, daß die Formeln und Namen dieser Verbindungen denen des Eisens entsprechen, mit denen sie auch in ihren Eigenschaften vielfach übereinstimmen.

Das Chromoxyd findet sich in der Natur theils als färbende Beimengung vieler Mineralien, theils in Verbindung mit Eisenoxydul als Chromeisenstein FeO, Cr_2O_3. Beim Schmelzen desselben mit Salpeter wird das Chromoxyd oxydirt, und man erhält, wie du weißt, chromsaures Kali, und zwar das einfache oder neutrale Salz KO, CrO_3, welches durch Auflösung und Krystallisirenlassen gereinigt wird. Die Darstellung des zweifach-chromsauren Kali's $KO, 2\ CrO_3$ kennst du ebenfalls schon, so wie dir auch die Darstellung des neutralen Salzes aus dem sauren noch erinnerlich sein wird. Diese, so wie die übrigen Salze der Chromsäure entsprechen in ihrer Krystallform den Schwefelsäuresalzen; nur die des Kali's, Natrons, Kalks, Strontians und der Magnesia sind löslich, alle andern sind unlöslich oder sehr schwer löslich; sie zeichnen sich sämmtlich durch ihre schönen Farben aus; durch gegenseitige Zersetzung der löslichen Salze wirst du in kleiner Menge den chromsauren Baryt, das chromsaure Eisenoxydul, Eisenoxyd, Kupferoxyd, Zinkoxyd und Bleioxyd darstellen. Letzteres kennst du

ebenfalls schon von früher her als Chromgelb. Auch der Darstellung des Chromrothes (Br. 11) wirst du dich wohl noch entsinnen. Als Erklärung füge ich dem damals Gesagten hinzu, daß das Kali des Salpeters dem Chromgelb einen Theil der Chromsäure entzieht, wodurch dieses einen Ueberschuß von Bleioxyd erhält, und also zu basisch-chromsaurem Bleioxyd wird, welches die rothe Farbe besitzt. Die Salze der Chromsäure sind alle gelb oder roth gefärbt, die des Chromoxyds grün oder violett. Das Chromoxyd selbst, so wie seine Darstellung aus dem Chromalaun durch Ausfällen mittelst Ammoniak, ist dir bekannt. Du weißt jetzt, daß das Ammoniak als starke, das Chromoxyd vertreibende Basis wirkt, und daß man auch statt desselben Kali oder Natron brauchen kann. Man nimmt aber nicht diese letzteren, weil das Chromoxyd in einem Ueberschusse derselben löslich ist. Löse, um dich hiervon zu überzeugen, etwas Chromalaun auf und mache den Versuch mit Kali; koche dann die durch einen Ueberschuß erhaltene Lösung: das Chromoxyd wird während des Kochens wieder ausgefällt werden.

Ich erinnere dich daran, daß man durch Ausfällen stets das Hydrat erhält, dessen Farbe du dir zu merken hast, zum Unterschied von der schön grünen des reinen Oxydes.

Daß in dem Chromalaun das Chrom als Oxyd enthalten ist, und daß daher der Darstellung desselben ein Reductionsproceß zu Grunde liegen muß, wirst du schon denken; ich habe dir daher nur noch die genauere Erklärung dafür zu geben.

Der Chromalaun ist eine Verbindung von schwefelsaurem Chromoxyd und schwefelsaurem Kali, wozu bei der Krystallisation noch 24 Aequivalente Wasser hinzutreten. Die Formel des schwefelsauren Chromoxyds ist der des Eisenoxydsalzes entsprechend und daher die des Chromalauns folgende:

$$Cr_2O_3,\ 3\ SO_3 + KO,\ SO_3 + 24\ HO.$$

Wenn aus dem neutralen chromsauren Kali (S. 32 des 1. Theils) schwefelsaures Chromoxyd entstehen soll, so müssen aus 2 Aequivalenten desselben oder aus 2 KO, Cr_2O_6:

1) die 2 Aequivalente Kali austreten,
2) 3 Aequivalente Schwefelsäure zutreten und
3) 4 Aequivalente Sauerstoff verschwinden.

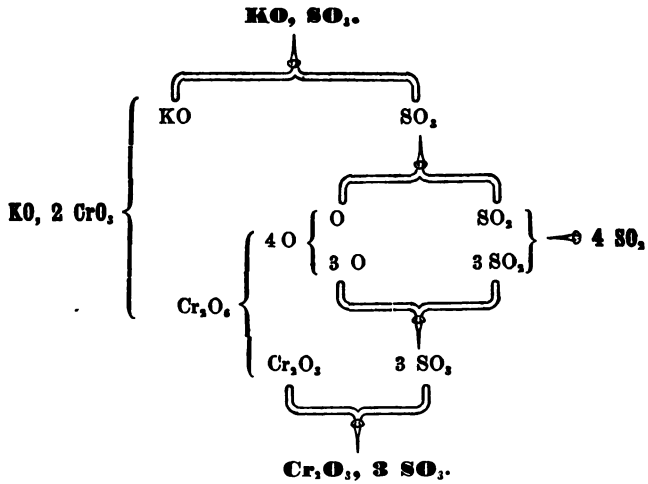
Die beiden ersteren Punkte werden durch den Zusatz der Schwefelsäure bewirkt, der letztere durch den Weingeist, welcher vermöge des der Chromsäure entzogenen Sauerstoffs zu verschiedenen, uns nicht näher interessirenden Producten oxydirt wird, die beim Abdampfen gasförmig entweichen. Zugleich wird das für den Chromalaun erforderliche schwefelsaure Kali gebildet. Da auf 2 Aequivalente neutrales chromsaures

Kali 2 Aequivalente schwefelsaures Kali entstehen, so folgt, daß ein Aequivalent hiervon überschüssig in die Lösung kommt:

$$2\,(KO, CrO_3) - 4\,O^*) + 5\,SO_2 = KO, SO_3 + (Cr_2O_3, 3\,SO_3 + KO, SO_3).$$

Bei Anwendung von saurem chromsaurem Kali wird dieses überschüssige Aequivalent schwefelsaures Kali nicht gebildet.

Bei der andern im letzten Briefe des I. Theils gegebenen Darstellung des Chromalauns dient die schweflige Säure als Reductionsmittel; gleichzeitig entsteht daraus die erforderliche Schwefelsäure, so daß von dieser nichts zugesetzt zu werden braucht.



Formel: $KO, 2\,CrO_3 + 4\,SO_2 = KO, SO_3 + Cr_2O_3, 3\,SO_3$.

Bei der Darstellung des Chromalauns habe ich dir schon früher anempfohlen, eine Erhitzung der Lösung zu vermeiden. Es giebt nämlich von den Chromoxydsalzen und namentlich von dem schwefelsauren Chromoxyd zwei Modificationen, deren eine violett, die andere grün gefärbt ist. Letztere ist nicht krystallisirbar und entsteht aus ersterer beim Erhitzen auf 75 — 80°. Aus einer auf diese Temperatur erhitzten Lösung krystallisirt also kein Chromalaun. Nach langem Stehen geht jedoch die grüne Modification in die violette wieder über. Den Versuch kannst du leicht anstellen; du wirst dann beim Ausfällen finden, daß das Chromoxydhydrat der violetten Modification grünlichgrau, das

*) Ich bezeichne die Reduction nur durch die Entziehung von Sauerstoff, indem ich die Formel des Alkohols und seiner Oxydationsproducte vermeiden will.

der grünen graublau gefärbt ist, und daß beide bei der Wiederauflösung in Schwefelsäure auch wieder die frühere Farbe zeigen.

Auch durch Einleiten von Schwefelwasserstoff wird die Chromsäure in ihren Salzen zu Chromoxyd reducirt; dabei wird ein Gemenge von Chromoxydhydrat und Schwefel abgeschieden, in Gegenwart von freier Säure aber nur Schwefel und dabei eine grüne Lösung erhalten. Den Versuch kannst du leicht anstellen.

Ueber das Chromoxyd bemerke ich noch schließlich, daß es sich nach dem Glühen nicht mehr in Säuren auflöst. Will man es dann noch zur Darstellung anderer Verbindungen benützen, so muß man es erst mit Oxydationsmitteln, z. B. Salpeter, schmelzen, um es als chromsaures Kali in Lösung zu bringen, und hiermit dann weiter verfahren. Es wird zur Färbung von Glas u. s. w. benutzt, dem es, wie du dich erinnern wirst, eine schön grüne Farbe ertheilt.

Die Chromsäure kannst du in geringer Menge folgendermaßen darstellen: Gieße eine kalt gesättigte Lösung von saurem chromsaurem Kali in ein Glas mit concentrirter Schwefelsäure unter Umrühren ganz langsam ein, wobei du dich vor etwaigem zu starkem Erhitzen und Umherspritzen sehr in Acht zu nehmen hast. Die Schwefelsäure bemächtigt sich des Kali's, und macht die Chromsäure frei, die beim Erkalten des Gemisches herauskrystallisirt. Dieses, so wie die Chromsäure, sind wegen der sauren und stark oxydirenden Eigenschaften sehr gefährliche Substanzen, vor deren Berührung du dich, namentlich wenn du etwa Hautbeschädigungen an der Hand hast, sehr hüten mußt; denn sehr gefährliche Verletzungen würden die Folge davon sein.

Nach dem Erkalten wird die Flüssigkeit prächtig rubinrothe größere oder kleinere Krystalle von Chromsäure enthalten; gieße die Lösung davon ab (1) und bringe nach dem Abtropfen die Chromsäure mittelst eines Glasstabes zum Trocknen auf einen Ziegelstein und dann schnell in eine mit einem Glasstöpsel verschlossene Flasche. Sie ist zwar noch mit Schwefelsäure verunreinigt, jedoch rein genug, um dich davon zu überzeugen, daß sie sich beim Erhitzen in Sauerstoff und Chromoxyd zersetzt, daß sie in Wasser leicht löslich ist und durch oxydirbare Körper schnell in Chromoxyd verwandelt wird. Träufelst du z. B. etwas Weingeist auf einen Chromsäurekrystall, so steigt die Temperatur dabei so hoch, daß der Weingeist sich entzündet. Auch Papier, Schwefelwasserstoff und schweflige Säure reduciren die Chromsäure augenblicklich.

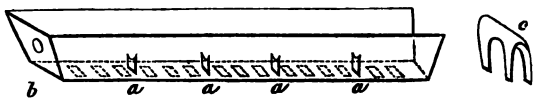
(1) Sie kann wegen der überschüssigen Schwefelsäure noch zur Darstellung von Schwefelwasserstoff, Wasserstoff u. s. w. benutzt werden.

Von den übrigen Verbindungen des Chroms will ich noch das

Chromchlorid
Cr_2Cl_3

erwähnen, deſſen Darſtellung ich dir für den Fall empfehle, daß dir etwas freie Zeit und eine Glasröhre von böhmiſchem Glas zu Gebote ſteht. Es iſt das Chromchlorid eines der ſchönſten Präparate; es bildet ſchöne pfirſichblüthrothe kryſtalliniſche Schuppen; man erhält ſie durch Erhitzen von Chromoxyd und Kohle in einem Strome von trockenem Chlorgas. Dieſe Operation muß deshalb in einer böhmiſchen Glasröhre vorgenommen werden, weil nur dieſe die dazu erforderliche Hitze ertragen kann. Haſt du eine ſolche Röhre, ſo laſſe aus Eiſenblech einen Ofen von der Geſtalt Fig. 144 und von einer Länge von etwa 1½ Fuß anfertigen. Die Glasröhre muß etwa 2½ Fuß lang ſein und kömmt auf die Stützen a und in das Loch b zu liegen, ein Schirm von der Geſtalt c dient zum Zuſammenhalten der einzulegenden Holzkohlen. Der Ofen wird beim Gebrauch auf ein paar Ziegelſteine ſo geſtellt, daß die Luft zu den Zugöffnungen in ſeinem Boden freien Zutritt hat. Dann ſtelle einen Chlorentwickelungsapparat zuſammen, in welchem das Chlor erſt durch zwei Waſchflaſchen mit Schwefelſäure und dann noch durch eine 1—2 Fuß lange weite Röhre, die mit möglichſt großen Chlorcalciumſtücken gefüllt iſt, geleitet wird, um hierauf in die in dem Ofen liegende Röhre einzutreten; die Verbindung derſelben mit dem letzten Rohre geſchieht mittelſt eines eingeſteckten Korks mit Glasröhre, der einige Zoll vor dem Ofen vorſtehen muß, damit er durch die Hitze deſſelben nicht verbrannt werde.

Fig. 144.



Wenn der Apparat vollſtändig dicht befunden worden, ſo beſchicke die Retorte mit den Materialien zur Chlorentwickelung und die Röhre mit einem Gemiſch aus friſch geglühtem Chromoxyd und ebenfalls ausgeglühten, ſehr fein gepulverten und geſiebten Holzkohlen. Beſſer noch miſcheſt du Chromoxyd und Kienruß mit Oel zu einem Taig, formſt daraus Kugeln, glühſt dieſe vorher in einem Tiegel, und bringſt die erhaltenen poröſen Stückchen in die Röhre; dieſe darf nur zu ⅓ das Gemiſch enthalten, welches jedenfalls durch Schütteln oder Klopfen ſo darin aufzuſchichten iſt, daß darüber ein freier Kanal zum Durchgehen des Chlors und der äußere Theil der Röhre ganz frei bleibt, um als Condenſationsapparat für das verflüchtigte Chromchlorid zu dienen.

Endlich iſt der Apparat ſo aufzuſtellen, daß das überſchüſſige Chlor ins Freie entweichen kann, und wenn die Gasentwickelung, die recht langſam und regelmäßig geſchehen muß, im Gange iſt, das Gemiſch mittelſt brennender Kohlen zum Glühen zu erhitzen. Dabei mußt du Sorge tragen, daß das Erhitzen bei dem entfernteſten Punkte beginne, damit das Product dort die Röhre nicht verſtopfe, und daß es recht allmälig geſchehe, damit die Röhre nicht ſpringe. Iſt dieſe einmal heiß, ſo kannſt du ſie an dem ganzen mit Chromoxyd beſchickten Theile mit glühenden Holzkohlen umgeben, damit Alles recht heftig glühend wird. Der Blechſchirm verhindert dabei die Erhitzung des leeren Theils der Röhre. Iſt hinreichend Chromchlorid in dieſem condenſirt und die Operation beendet, ſo laſſe Alles erkalten, wobei die Retorte, wenn ſie keine Sicherheitsröhre enthält, entfernt werden muß. Schneide dann die Röhre entzwei, um das Präparat zu ſammeln.

Wie geſagt ſoll dieſe Darſtellung nicht im Laufe deiner übrigen Arbeiten, ſondern an einem eigens dazu beſtimmten Tage, wenn du einmal wieder ein ſchwierigeres Präparat vornehmen willſt, geſchehen, da ſie nicht durchaus zum Verſtändniß des Geſagten nöthig iſt.

Ich ſchließe mit den Antworten auf die letzten Aufgaben:

1) Ein Kubikfuß.

2) 15,31 Grm. Kalk, 22,6 Grm. Phosphor, 4,92 Grm. Waſſer.

3) 0,649%.

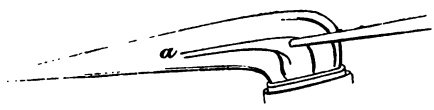
Zu dem demnächſt anzuſtellenden Verſuche haſt du etwas Queckſilber nöthig; es wird dir gewiß nicht ſchwer fallen, einige Tropfen davon zu erhalten.

56. Brief.

Fortsetzung der Uebungen mit dem Löthrohr. — Quecksilber; Eigenschaften, Oxyde, Salze, Schwefelverbindungen; Verhalten zu Säuren und anderen chemischen Agentien. — Chlorverbindungen; Legirungen. — Aufgaben und Anleitung zu ihrer Lösung.

Wenn du eine recht ruhige Löthrohrflamme blasen kannst, so wirst du bemerken, daß sie scheinbar dieselben Theile zeigt, wie die gewöhnliche Flamme; sie unterscheidet sich von derselben aber wesentlich durch den in ihrem Innern eintretenden Luftstrom, weshalb bei derselben nicht allein am äußeren Mantel, sondern auch an der Spitze des inneren nicht leuchtenden Kegels eine vollständige Verbrennung stattfindet. Diese Stelle (Fig. 145, a) kannst du an der hellblauen Farbe erkennen, welche wegen der völligen Verbrennung des Kohlenstoffes ohne Leuchten hier auftritt. An diesem Punkt wird zugleich ein sehr hoher Hitzegrad entwickelt, wie du leicht an dem grellen Leuchten eines Platinadrahtes sehen kannst. Eine Oxydation findet eben so am äußersten Ende der Flamme, also eigentlich außerhalb der Flamme statt; der hell leuchtende Theil dagegen reducirt durch die darin enthaltene Kohle, wie sich denn auch ein hineingehaltener Draht bald schwärzen wird. An dieser Stelle ist daher auch die Erhitzung weniger stark als an der innersten und äußersten Spitze. Man unterscheidet demnach Reductions- und Oxydationsflamme. Es wird dir bald gelingen, der ganzen Flamme hauptsächlich die eine oder die andere Eigenschaft zu ertheilen, wobei du bemerken mußt, daß ein Einstecken des Löthrohrs bis ziemlich weit in die Flamme und ein den Docht fast berührender Luftstrom der Oxydationsflamme sehr günstig ist, während ein Luftstrom, der schon am Rande

Fig. 145.



der Flamme und einige Linien über dem Dochte eintritt, besonders eine Reductionsflamme bewirkt. Immer aber ist ein reiner, glatt abgeschnittener und von Kohlentheilchen freier Docht erforderlich und die Flamme des Löthrohrs etwas nach abwärts zu richten, weshalb es auch zweckmäßig ist, den Docht etwas schief abzuschneiden. Fahre fort, dich in dem Gebrauch des Löthrohrs zur Hervorbringung der einen oder der anderen Flamme zu üben; nächstens gebe ich dir die Anleitung zu weiteren Versuchen. Heute fahre ich fort und wende mich zunächst zum

Quecksilber
Hg = 100.

Du weißt schon, daß das Quecksilber ein flüssiges Metall ist; ich füge hinzu, daß es das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige ist. Du weißt ferner, daß es ein Oxyd bildet, welches in erhöhter Temperatur sich in seine Bestandtheile zerlegt, wobei das Quecksilber sublimirt; es ist also zugleich ein flüchtiges Metall. Bei —40° erstarrt es zu einer dem Silber ähnlichen, hämmerbaren Masse; sein Siedepunkt liegt bei 360°; sein specifisches Gewicht ist sehr groß (13,59).

Das Quecksilber gehört zu den edlen Metallen; so nennt man nämlich alle diejenigen, die sich nicht allein bei gewöhnlicher Temperatur nicht oxydiren, sondern deren Oxyde sich sogar ohne Reductionsmittel durch alleinige Anwendung von Hitze zu Metallen reduciren lassen.

Kannst du einige Tropfen reinen Quecksilbers erhalten, so wirst du bemerken, daß es das Glas nicht benetzt, sondern in Kugeln glatt darüber hinrollt. Hast du das Quecksilber mit einem Metall in Berührung gelassen, von dem es eine selbst ganz geringe Menge aufnehmen kann, wie z. B. mit einem Körnchen Blei, so adhärirt es am Glase und zieht sich in länglichen, thränenförmigen Tropfen darüber; man sagt dann, es ziehe einen Schweif. Von solchen Beimengungen kann man das Quecksilber auf verschiedene Weise befreien. Am besten schüttelt man es häufig und lange mit verdünnter und gelinde erwärmter Salpetersäure. Diese löst alsdann, so lange noch andere Metalle oder Metalloxyde vorhanden sind, solche allein auf; ja, wenn sich etwas Quecksilber als Oxyd gelöst haben sollte, so wird es von allen anderen Metallen verdrängt und man erhält nur sie und nicht das Quecksilber in Lösung, so lange von denselben noch etwas übrig ist. In einer Schale wird darauf, wenn das Schütteln während einiger Tage oft wiederholt worden ist, das Quecksilber mit Wasser mehrmals abgewaschen und von demselben erst durch Abgießen und dann durch Abtrocknen mit Fließpapier gereinigt.

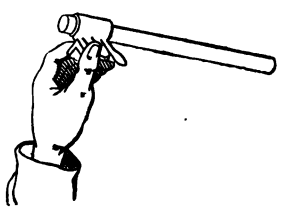
Von Staub und anderen mechanisch beigemengten Unreinigkeiten kann man das Quecksilber durch Filtration trennen, indem man

azu ein Papierfilter nimmt, das in ſeiner Spitze ein feines Löchelchen beſitzt, wodurch das Queckſilber dann in einem feinen Strahle rein hindurchläuft.

Hüte dich, bei ſolchen Operationen einen Goldring am Finger zu haben, denn, wie du ſpäter erfahren wirſt, verbindet ſich das Queckſilber mit dem Gold zu einer weißen Legirung.

Wegen ſeiner Flüchtigkeit iſt das Queckſilber leicht aus ſeinen Verbindungen abzuſcheiden: es deſtillirt aus allen beim Zuſatz einer ſtarken Baſe, z. B. von (gebranntem) Kalk ab. Haſt du irgend ein Queckſilberpräparat, z. B. Zinnober (Schwefelqueckſilber), oder ein beliebiges Queckſilbererz, ſo wirſt du, wenn du ſie mit etwas Kalk gemiſcht in einem trockenen Reagenzcylinder erhitzeſt, einen metalliſchen Ring ſich in demſelben zeigen ſehen, der ſich unter der Lupe oder beim Zuſammenſchieben mit einem Glasſtabe als aus lauter kleinen Tröpfchen zuſammengeſetzt erweiſen wird. Bei dieſem und ähnlichen Verſuchen iſt die Röhre mittelſt eines zuſammengedrehten Papiers feſtzuhalten (Fig. 146), damit du bei längerem Erhitzen die Finger nicht verbrennſt. Da alle Queckſilberverbindungen dieſe Erſcheinung zeigen, ſo dient der Verſuch als eine der empfindlichſten Proben auf die Gegenwart dieſes Metalls.

Fig. 146.



Das Queckſilber, noch mehr ſein Dampf und ſeine Verbindungen ſind giftig; das Metall bewirkt zunächſt Speichelfluß.

Das Queckſilber bleibt bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft unverändert, in einer ſeinem Siedepunkte naheſtehenden Hitze oxydirt es ſich zu Queckſilberoxyd, das aber in einer nur wenig höheren Temperatur wieder in ſeine Beſtandtheile zerlegt wird. Concentrirte Salzſäure greift Queckſilber ſelbſt beim Sieden nicht an, eben ſo wenig wie verdünnte Schwefelſäure. Concentrirte Schwefelſäure aber giebt ſchweflige Säure und ſchwefelſaures Queckſilberoxydul (ſ. u.). Salpeterſäure greift das Metall leicht an, unter Entwickelung von Stickſtoffoxyd. Mit den Salzbildnern vereinigt ſich das Queckſilber ſchon bei gewöhnlicher Temperatur. Dieſe Verſuche wirſt du alle ſchon mit wenigen Tropfen Queckſilber anſtellen können.

Oxyde des Queckſilbers.

Wir kennen deren zwei, nämlich das Oxydul Hg_2O und das Oxyd HgO. Eine Darſtellungsweiſe des letzteren habe ich oben erwähnt, eine andere, aus dem beim Behandeln des Metalls mit Salpeterſäure entſtandenen Salze, haſt du früher ſchon angewandt. Es bildet,

wie du weißt, ein rothes Pulver, deſſen Farbe von der Beſchaffenheit des geglühten Salzes abhängt. Beim Ausfällen eines Queckſilberoxydſalzes (ſ. u.) erhält man es als gelbes Pulver, welches eben ſo wie das rothe beim Erhitzen ſchwarz und beim Erkalten wieder roth wird, was du auch ſchon bemerkt haben wirſt.

Das Queckſilberoxydul Hg_2O entſteht bei dem Ausfällen ſeiner Salze mit Kali als ſchwarzes Pulver, das ſchon beim Erhitzen auf 100°, ja ſogar beim bloßen Reiben ſich zu Queckſilberkügelchen reducirt.

Bei den Salzen unterſcheiden wir die der beiden Oxyde, ſo wie die ihnen entſprechenden Chlorverbindungen.

Behandele etwas Queckſilber mit kalter Salpeterſäure, ſo daß das Metall ſtets im Ueberſchuſſe bleibt: du wirſt eine Löſung von ſalpeterſaurem Queckſilberoxydul erhalten, die nach dem Abdampfen farbloſe Kryſtalle liefert. Ueberzeuge dich davon, daß Kali in der Löſung den ſchwarzen Niederſchlag von Oxydul giebt, welcher beim Erwärmen metalliſche Kügelchen zeigt.

In einen anderen Theil der Löſung leite Schwefelwaſſerſtoff: es wird ſogleich ſchwarzes Queckſilberſulfür Hg_2S ausgefällt. Filtrire den Niederſchlag, wenn du auch nur eine kleine Menge erhalten haſt, ab und laſſe auf einen Theil davon kochende Salpeterſäure wirken; du wirſt ihn ſich nicht verändern und nur bei Anwendung von Königswaſſer wieder löſen ſehen; den Reſt trockne über dem Ofen und überzeuge dich davon, daß er, in einer trockenen Reagenzröhre erhitzt, Queckſilber abgiebt (wobei er in das Sulfid HgS übergeht, wovon nachher).

Zu einem anderen Theil der Löſung des Queckſilberoxydulſalzes ſetze etwas Salzſäure oder Kochſalzlöſung; es wird ein weißer Niederſchlag von Queckſilberchlorür Hg_2Cl entſtehen. Daſſelbe iſt in Waſſer vollkommen unlöslich und wird unter dem Namen Calomel im Großen bereitet und als Arzneimittel gebraucht. Man wendet zu ſeiner Darſtellung jedoch andere Verfahrungsarten an, bei welchen es ſtets durch Sublimation erhalten wird. Eine der gebräuchlichſten wird durch folgende Formel dargeſtellt:

$$Hg_2O, SO_3 + NaCl = Hg_2Cl + NaO, SO_3.$$

Das Calomel iſt ein heftiges Gift.

Wenn du dagegen einen Ueberſchuß von Salpeterſäure in der Hitze auf Queckſilber wirken läſſeſt, ſo erhältſt du das ſalpeterſaure Queckſilberoxyd HgO, NO_5 in Löſung. Theile dieſelbe in mehrere Theile: aus einem derſelben fälle das Oxyd mittelſt Kali aus und überzeuge dich davon, daß der abfiltrirte und getrocknete Niederſchlag beim Erhitzen Queckſilber und Sauerſtoff giebt; in einen anderen Theil leite Schwefelwaſſerſtoff: du wirſt erſt einen weißen Niederſchlag erha

ten, ihn dann aber dunkler und allmälig schwarz werden sehen. Es bildet sich nämlich zuerst eine Verbindung des Sulfids mit dem unveränderten Salze und erst nach und nach das reine Sulfid (HgS). Filtrire es ab, trockne es vollständig und erhitze es in einem kleinen mikrochemischen Kölbchen sehr heftig; es wird sich das Schwefelquecksilber mit schwarzrother Farbe sublimiren. Wenn du es dann pulverst, wird es eine zinnoberrothe Farbe annehmen und in der That reinen Zinnober darstellen, der in seiner Zusammensetzung nicht von dem schwarzen Sulfid unterschieden ist und also wieder ein Beispiel der verschiedenen Gestalten darbietet, unter denen derselbe Körper auftreten kann.

Man stellt den Zinnober — der sich auch natürlich findet — im Großen durch Sublimation eines innigen Gemenges von fein vertheiltem Schwefel und Quecksilber dar.

Der natürlich vorkommende Zinnober ist das wichtigste Quecksilbererz.

Auch das Quecksilbersulfid wirst du nur in Königswasser (zu Chlorid) löslich finden.

In einen weiteren Theil der Quecksilberoxydlösung gieße etwas Salzsäure oder Kochsalzlösung — es wird kein Niederschlag entstehen, denn das Quecksilberchlorid HgCl ist im Wasser löslich. Die Darstellung dieses heftigsten aller Quecksilbergifte wirst du lieber unterlassen. Unter dem Namen Aetzsublimat wird es durch einen Sublimationsproceß im Großen gewonnen, der durch folgende Gleichung vorgestellt wird:

$$HgO, SO_3 + NaCl = HgCl + NaO, SO_3.$$

Sein Dampf condensirt sich dabei in Gestalt einer weißen Masse, die als Arzneimittel und als fäulnißwidriges Mittel zur Conservirung anatomischer Präparate benutzt wird.

Das Jodquecksilber, seine Darstellung und seine Eigenschaften kennst du noch von früherher (Präp. XXVIII). Es entsteht auch durch Ausfällen eines Salzes mit Jodnatrium.

Durch gegenseitige Zersetzung des salpetersauren Quecksilberoxyduls und des chromsauren Kali's erhält man chromsaures Quecksilberoxydul, ein Salz, welches sich dadurch auszeichnet, daß es beim Erhitzen in Chromoxyd, Quecksilberdampf und Sauerstoff zerfällt:

$$2\,(Hg_2O, CrO_3) = Cr_2O_3 + 4\,Hg + 5\,O.$$

Es wird dir nicht schwer fallen, dich durch den Versuch davon zu überzeugen.

Mit den Metallen bildet das Quecksilber Legirungen, die den Namen Amalgame tragen. Manche Metalle lassen sich durch bloße Berührung mit Quecksilber amalgamiren, wie du dies schon von

dem Zink erfahren haſt; Blei, Kupfer, Zinn, Gold, Natrium, Kalium verhalten ſich ebenſo. Eiſen und Platina bleiben in Berührung mit Queckſilber unverändert. Die Amalgame ſind je nach der Menge des darin enthaltenen Queckſilbers von verſchiedener Conſiſtenz und man kann ſie von ſehr verſchiedenen Schmelzpunkten erhalten. So ſchmilzt z. B. ein Amalgam von 20 Queckſilber, 37 Zinn, 62 Blei und 100 Wismuth bei 70°. Manche dieſer Queckſilberlegirungen erleiden eine techniſche Anwendung, theils weil man ſie durch Abänderung des Queckſilberzuſatzes von beliebiger Flüſſigkeit erhalten kann, theils weil ſie allmälig durch die Bildung kryſtalliniſcher Verbindungen feſter werden, theils endlich, weil das Queckſilber, um ſie zu bilden, die betreffenden Metalle aus ihren Verbindungen auszieht.

Lege in eine beliebige Queckſilberſalzlöſung ein Stückchen Kupferblech: es wird alſobald grau und beim Reiben ſilberweiß erſcheinen. Das Kupfer fällt nämlich das Queckſilber aus, welches dann mit dem freien Kupfer das weiße Amalgam bildet. Beim Erhitzen des amalgamirten Kupfers wird die urſprüngliche Farbe wieder erſcheinen, weil das Queckſilber verdampft.

Auch das Goldamalgam iſt weiß und entſteht ſchon bei Berührung des Goldes mit der kleinſten Spur Queckſilberdampf. Wenn du in eine Flaſche einen Tropfen Queckſilber bringſt und an den Kork ein Stückchen ächtes Blattgold befeſtigſt, ſo wirſt du dieſes nach einiger Zeit entfärbt finden. Beim Erhitzen in der Spiritusflamme oder auf dem Ofen erſcheint die frühere Farbe wieder.

Bei längerem Zuſammenreiben mit Fett zertheilt ſich das Queckſilber in eine große Menge ganz kleiner Kügelchen, die ſich dem bloßen Auge als ſchwarzes Pulver darſtellen. Aus ſeinen Löſungen wird es durch Zinnſalz (Zinnchlorür) ebenfalls in dieſem Zuſtande feinſter Vertheilung ausgefällt.

Hiermit kann ich die Mittheilungen über dieſes Metall abbrechen; wenn ich dir ſpäter von der Gewinnung der Metalle ſpreche, komme ich auch auf die des Queckſilbers zurück. Zum Schluſſe des Briefes noch ein paar Aufgaben:

1) Wenn ein Eiſenſtab um 14,8 Loth dadurch ſchwerer geworden iſt, daß er in einer Flüſſigkeit lag, die Kupferchlorid in Löſung enthielt; auf welche Mengen dieſes Salzes deutet dieſes?

2) 150 Pfund Cementwaſſer (Auflöſung von Kupfervitriol) machten einen hineingelegten Eiſenſtab um 7,4 Unzen ſchwerer; wie viel Procent kryſtalliſirten Vitriol enthielten ſie?

3) Wie viel Chromeiſenſtein iſt in Arbeit zu nehmen, um genau die erforderliche Menge neutrales chromſaures Kali zu erhalten, die man nöthig hat, um 4 Pfund chromſaures Kali darzuſtellen?

4) Um aus 20 Loth Queckſilber Calomel zu erhalten, will man daſſelbe in ſchwefelſaures Queckſilberoxydul verwandeln und dieſes mit Kochſalz deſtilliren; wie viel Calomel erhält man?

Zu der Aufgabe 1 und 3 will ich dir die Anleitung geben; dann wirſt du die beiden anderen leicht löſen können.

1) Da ein Aequivalent Eiſen ein Aequivalent Kupfer ausfällt, ſo treten an die Stelle von 28 Eiſen jedesmal 31,7 Kupfer, oder auf jedes Aequivalent ausgefälltes Kupfer wird das Eiſen um 3,7 Gewichtstheile ſchwerer. Eine Gewichtszunahme von 3,7 Loth deutet alſo auf das Vorhandenſein von 31,7 Loth Kupfer oder 67,2 Kupferchlorid u. ſ. w.

3) Zu jedem zu erhaltenden Aequivalent chromſaures Bleioxyd gehört 1 Aequivalent chromſaures Kali; der Chromeiſenſtein enthält Chromoxyd, wovon jedes Aequivalent 2 Aequivalente Chromſäure und mithin 2 Aequivalente chromſaures Kali giebt. Ein Aequivalent Chromeiſenſtein giebt alſo diejenige Menge chromſaures Kali, welche zur Darſtellung von 2 Aequivalenten chromſaures Bleioxyd nöthig iſt. Um hiervon alſo 324,8 Theile zu erhalten, ſind 113,4 Theile Chromeiſenſtein erforderlich u. ſ. w.

57. Brief.

Wismuth; Oxyde, Salze. Chlorwismuth, Schwefelwismuth, Vorkommen und Gewinnung. — Fortsetzung der Uebungen mit dem Lötbrohr. Kohle. Platindraht, Knochenasche, Borax in Perlen. Phosphorsalz. Versuche. — Antworten.

Wenige Worte werden genügen, um dich mit den Eigenschaften und Verbindungen eines Metalls vertraut zu machen, welche dir schon von den Kryſtalliſationsverſuchen her bekannt iſt; ich meine das

Wismuth

Bi (Bismuthum) = 208.

Du wirſt dich dieſes Metalles als eines röthlich-weißen von ſtarkem Glanz und großer Sprödigkeit erinnern. Auch weißt du, daß es nicht ſchwer ſchmilzt (bei 250°) und kryſtalliſirt erhalten werden kann. In der Glühhitze verbrennt es zu Oxyd.

Das Wismuth hat drei Oxydationsſtufen (BiO_2, BiO_3, BiO_5), von denen die letzte eine Säure, die erſte ein Suboxyd iſt, und von denen wir uns nur mit der zweiten, dem Wismuthoxyd, beſchäftigen wollen.

Uebergieße etwas gröblich gepulvertes Wismuth mit Salpeterſäure, und erwärme, wenn nöthig. Nach dem Erkalten erhältſt du Kryſtalle von ſalpeterſaurem Wismuthoxyd BiO_3, 3 NO_5 + 9 HO.

Setze nun zu einer Löſung des Salzes in wenig Waſſer, oder zu der urſprünglichen Löſung, die aber keinen großen Ueberſchuß von Säuren enthalten darf, viel Waſſer; du wirſt einen weißen Niederſchlag erhalten; nach dem Abſitzenlaſſen deſſelben bringt in der abgegoſſenen Löſung ein weiterer Waſſerzuſatz noch mehr des weißen Niederſchlags hervor; am ſchönſten erhält man ihn beim Eingießen der Salzlöſung in viel Waſſer. Triffſt du das rechte Verhältniß und operirſt du mit *ſchon verdünnten, klaren* Löſungen, ſo bildet ſich dieſer Nieder-

ſchlag endlich ſo langſam, daß er ſich in Geſtalt von feinen Schuppen erſt ganz allmälig abſetzt, die ſich beim Filtriren zu perlmutterglänzenden biegſamen Schichten vereinigen.

Das Waſſer zerſetzt nämlich das ſalpeterſaure Wismuthoxyd ſo, daß ſich ein Theil der Säure mit einem größeren Antheil Baſis verbindet, und ein baſiſches Salz entſteht, während die übrige Säure mit der geringeren Menge Baſis zu einem ſauren Salze verbunden bleibt. Das erſtere fällt aus, das letztere bleibt gelöſt. Die Zuſammenſetzung und Formeln beider ſind je nach der Menge des zugeſetzten Waſſers und nach der Temperatur verſchieden; als Beiſpiel kann folgende Zerſetzung dienen, welche unter gewiſſen Umſtänden eintritt:

$$2\ (BiO_3,\ 3\ NO_5) = BiO_3,\ NO_5 + BiO_3,\ 5\ NO_5.$$

Dieſes baſiſche Salz dient als Wismuthweiß zu Malerfarbe, zu weißer Schminke und als Arzneimittel.

Aehnlich werden alle löslichen Wismuthverbindungen durch Waſſer zerſetzt.

Aus dem neutralen ſalpeterſauren Wismuthoxyd kannſt du auf Zuſatz von Kali einen weißen Niederſchlag von Wismuthoxydhydrat erhalten; beim Erhitzen deſſelben nach dem Trocknen wirſt du bemerken, daß das Oxyd ein gelbes Pulver iſt, welches in der Hitze vorübergehend dunkler wird.

Mit dem Chlor verbindet ſich das Wismuth ſchon bei gewöhnlicher Temperatur unter Erglühen, eben ſo, wie du's beim Antimon geſehen haſt. Das Product $BiCl_3$ kann in Verbindung mit Waſſer auch durch Behandeln des Metalls mit Königswaſſer erhalten werden. Salzſäure greift das Metall nicht an.

Das Schwefelwismuth wird beim Durchleiten von Schwefelwaſſerſtoff durch eine Wismuthlöſung als ſchwarzer Niederſchlag gefällt.

Zink fällt das Wismuth als lockere, ſchwammige Maſſe aus ſeinen Verbindungen.

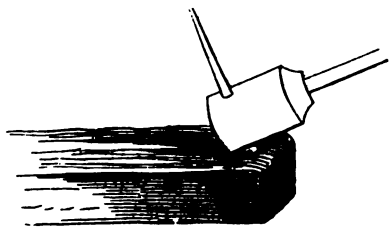
Von den Legirungen des Wismuths iſt dir eine ſchon bekannt; ähnlich wie jene beſitzen auch die übrigen einen verhältnißmäßig niedrigeren Schmelzpunkt; aus dieſem Grunde haben ſie mannigfache Anwendung gefunden.

In der Natur findet ſich der Wismuth im freien, metalliſchen Zuſtand, als gediegen Wismuth, welches man durch Ausſchmelzen (Ausſaigern) aus den Geſteinen, in denen es vertheilt (eingeſprengt) iſt, gewinnt.

Es mag für heute dieſes Element genügen; ehe ich zu einem ıdern übergehe, will ich mit der Anleitung zu den Löthrohrverſuchen ırtfahren.

Suche dir einige gut ausgebrannte Holzkohlen aus, die keine gro- n Riſſe und Sprünge zeigen, ſondern möglichſt dicht ſind, und beim lühen in der Löthrohrflamme nicht ſprühen. In eine derſelben bohre ittelſt Hin- und Herdrehen des Löthrohrknies (Fig. 147) eine halbrunde

Fig. 117.



Vertiefung, und übe dich darin, die Flamme des Löthrohrs ſchief von oben hineinzurichten, und bald die Reductions-, bald die Oxydationsflamme auf dieſes Schälchen wirken zu laſſen. Dann lege ein kleines Körnchen Zinn von der Größe eines Hirſekorns hinein, und erſuche, daſſelbe ſo mittelſt der Reductionsflamme zu erhitzen, daß es ſchmilzt und im geſchmolzenen Zuſtande mit glatter glänzender Oberfläche in der Kohle liegt. Es wird dir dies anfangs nicht gelingen, denn die geringſte Oxydation, die du mit der Flamme bewirkſt, oder der geringſte, durch dieſelbe nicht abgehaltene Luftzutritt von außen überzieht das Zinn ſogleich mit einem Oxydhäutchen, welches nur bei einer guten, dauernden Reductionsflamme wieder entfernt wird. Nimm dann ein anderes Stückchen Zinn und verſuche dein Glück von Neuem, ſo lange, bis es dir gelingt, daſſelbe vollkommen rein eine Zeit lang geſchmolzen zu erhalten; dann wiederhole den Verſuch mit einem etwas größeren Stückchen und fahre ſo lange damit fort, bis du endlich ein Stück von der Größe einer Erbſe metalliſch erhalten kannſt. Es werden zwar Wochen vergehen, und manche Stunde wirſt du blaſen müſſen, ehe du dahin gelangſt, aber es iſt auch für die nächſten Verſuche nicht nöthig, ſchon gleich einen ſolchen Grad vollkommener Geſchicklichkeit zu beſitzen, und ſetzeſt du nur dieſe Uebungen unverdroſſen fort, ſo wirſt du mittlerweile noch ſchon hinreichende Sicherheit erworben haben, um dir vorkommenen Falls die Erſcheinungen mittelſt des Löthrohrs zur Anſchauung zu ringen.

Die Oxydationsflamme — wozu du entweder die äußerſte oder die mere blaue Spitze benutzen kannſt — iſt viel leichter hervorzubringen, ls die Reductionsflamme, und es wird dir leicht ſein, ein Stückchen lei allmälig in Oxyd zu verwandeln, welches die Kohle gelb beſchlagen wird; ebenſo kannſt du auch ein Stückchen Wismuth auf der ohle leicht zu Oxyd verbrennen.

Beſſer noch als auf Kohle geht die Oxydation des Bleies auf einer Unterlage von Knochenaſche. Da du hiervon für ſpätere Verſuche doch eine gewiſſe Menge nöthig haſt, ſo thuſt du wohl, dir etwas davon darzuſtellen. Dazu brauchſt du nur einen ziemlich großen Knochen im Ofen weiß zu brennen, und dann einen Theil davon, unter Abſonderung etwa noch grauer Stückchen, im Mörſer zu reiben. Das Pulver muß ſo fein ſein, daß es ſich zwiſchen den Fingern ſo ſanft wie Mehl anfühlt und nichts Körniges mehr wahrnehmen läßt. Dieſe Knochenaſche wird beim Gebrauche auf die recht glatt ausgehöhlte Kohle gebracht und darin feſt und zu einer gleichmäßigen runden Schale eingeſtampft; dazu dient eine kleine Form aus hartem, glattem Holz, die convex und etwas flacher geſchnitten iſt als die durch das Löthrohr (ſ. d. v. S.) ausgeſchabte Kohlenſchale. Mittelſt dieſer Form und einiger leichter Hammerſchläge preßt ſich die Knochenaſche recht gut zu einer Schale in der Kohlenhöhlung, welche bei der Oxydation des Bleies beſſer als die Kohle das Bleioxyd einſaugt; nimmſt du dazu das reine, durch Fällung mittelſt Zink erhaltene Blei, ſo wird es, ohne eine Spur metalliſchen Rückſtand zu hinterlaſſen, verſchwinden und als Bleioxyd die Knochenaſche gelb beſchlagen. Durch Drehen und Neigen der Kohle erleichtert man die Oxydation und Abſorption ſehr, indem der Flamme und dem Bleikorn immer neue Punkte dargeboten werden.

Auch die Oxydation des Zinks kannſt du in ähnlicher Weiſe bewirken; bei hinreichender Hitze überdeckt ſich dieſes Metall ſchnell mit einer Oxydhaut und bricht, wenn man dieſe entfernt, in ein blaues Flämmchen aus, worauf über dem Metallkorn bei ruhiger Luft ein flockiges Häutchen von Zinkoxyd erſcheint.

Zu den weiteren Verſuchen bedarfſt du eines Platindrahtes, der eine Länge von einigen Zollen haben und in eine kleine Glasröhre, die als Handgriff dient, eingeſchmolzen ſein muß. Zu dieſem Ende ziehſt du nur eine dünne Glasröhre von dickem Glaſe in eine etwas lange Spitze aus, ſteckſt in dieſe das Ende des Platindrahtes und läſſeſt in der Flamme das Glas feſt an den Draht anſchmelzen, worauf es ſehr zweckmäßig iſt, das andere Ende der Glasröhre in eine Spitze auszuziehen und zuzuſchmelzen. Beim Gebrauche wird das freie Ende des Drahtes in eine Oehſe umgebogen, etwas befeuchtet und in die Subſtanz getaucht, welche daran geſchmolzen werden ſoll. Dazu werden in der Regel zwei gebraucht, nämlich Borax und Phosphorſalz. Den Borax kennſt du ſchon von früher; ſeine Wirkungsweiſe auf die zu probirenden Stoffe wirſt du demnächſt auch kennen lernen; einſtweilen reicht es aus, damit folgenden Verſuch zu machen:

Tauche die befeuchtete Platinöhſe in gepulverten Borax und erhitze das, was am Draht hängen bleibt, in der Spiritusflamme, bis alles

Krystallwasser entfernt ist; das Zurückbleibende oder auch ein Stückchen Boraxglas bringe dann in der Löthrohrflamme zum Schmelzen; es wird beim Erkalten zu einem klaren, farblosen Glase erstarren, welches man nun Boraxperle nennt. Wenn du, während der Borax noch geschmolzen ist, mit dem Drahte einen kurzen Schlag auf den Rand einer gewölbten Porcellanschale führst, so springt er ab und bildet in der Schale ein farbloses, durchsichtiges rundes Kügelchen. Du erinnerst dich, daß der Borax beim Zusatze von Chromoxyd grün wurde; du kannst nun durch Zusetzen von verschiedenen Mengen Chromoxyd und Zusammenschmelzen in der Löthrohrflamme (gleichgültig ob in der Reductions- oder in der Oxydationsflamme) die Boraxperle in verschiedenen Abstufungen grün färben.

Dies soll für heute ausreichen, wiederhole die genannten Versuche öfter, um darin eine rechte Sicherheit zu erlangen. Es bleibt mir noch übrig, einige Worte über die andere der oben genannten Verbindungen für Löthrohrversuche zu sagen:

Das Phosphorsalz ist eine Doppelverbindung von phosphorsaurem Natron, phosphorsaurem Ammoniumoxyd und Wasser.

Was das Ammoniumoxyd ist, weißt du zwar noch nicht, allein es reicht auch für jetzt aus, daß du dir darunter eine flüchtige und beim Glühen sich entfernende Basis vorstellst. Das Phosphorsalz entsteht aus dem phosphorsauren Natron, indem an die Stelle des einen Atoms Natron Ammoniumoxyd tritt. Bezeichnen wir diese für jetzt noch unbekannte Basis mit AmO, so ist demnach die Formel des Phosphorsalzes, unter Zurechnung des Krystallwassers:

$$(NaO, AmO, HO)\ PO_5 + 9\ HO.$$

Beim Glühen dieses Salzes geht alles Wasser und Ammoniumoxyd fort und es bleibt also nur NaO, PO_5 übrig. Dieses Salz entspricht dem Hydrat der Metaphosphorsäure (s. S. 353) und heißt daher auch metaphosphorsaures Natron; es besitzt die Eigenschaft, die meisten Metalloxyde unter characteristischen Farben in der Glühhitze aufzulösen und damit beim Erkalten gefärbte Gläser (ähnlich wie der Borax) zu bilden. Da das Salz im Handel wenigstens rein nicht leicht zu haben ist, so wirst du einige Loth davon darzustellen haben, mit denen du, weil man Löthrohrproben stets nur in geringem Maßstabe anstellt, Jahre lang auskommen kannst. Löse 25 Theile krystallisirtes phosphorsaures Natron und 4 Theile Salmiak in wenig kochendem Wasser auf, filtrire die Lösung heiß und lasse langsam erkalten; das Salz schießt dann an, während Kochsalz in solcher Menge in der Mutterlauge bleibt, daß diese am besten verworfen wird. Das ausgepreßte und kalt getrocknete Phosphorsalz muß, nachdem es in der Spiritusflamme so lange erhitzt worden, bis es nichts mehr abgiebt, in der Löthrohrflamme zur klaren Perle

ſchmelzen; eine Trübung in dieſer, die durch gutes Blaſen nicht verſchwindet, würde einen Gehalt von Kochſalz andeuten und eine Umkryſtalliſation des Salzes zur völligen Reinigung nöthig machen.

Haſt du das Salz dargeſtellt, ſo kannſt du damit einige Uebungen wie mit dem Borax anſtellen. Ein recht hübſcher Verſuch iſt folgender, welcher zwar für den Augenblick keinen beſtimmten Zweck hat, aber dir gewiß Vergnügen und Belehrung gewähren wird.

In einem geräumigen Kohlenſchälchen bringe etwas Phosphorſalz zum glühenden Fluß und ſtecke darein ein paar kleine Stückchen Zink. Beim Erhitzen ſchmilzt dieſes und vermiſcht ſich mit dem Salze, worauf zahlreiche kleine Flämmchen aus dieſem hervorbrechen, die bald größer bald kleiner ſind und manchmal nur als eine ſprühende Menge leuchtender Punkte erſcheinen. Sie zeigen ſich namentlich ſchön, wenn man nach dem ſtarken Blaſen die Kohle aus der Flamme nimmt und beſonders wenn es im Dunkeln geſchieht. Dieſe Flämmchen rühren von brennendem Phosphor her. Das Zink oxydirt ſich nämlich auf Koſten eines Theils der Phosphorſäure zu Zinkoxyd, welches mit einem andern Theile und dem entſtehenden baſiſchen Natronſalze zu einem Doppelſalz zuſammentritt, während der frei werdende Phosphor dampfförmig entweicht, um ſich an der Luft zu entzünden.

Ich ſchließe dieſen Brief, der dir hinreichenden Stoff zum Arbeiten bieten wird, mit den Antworten auf die letzten Aufgaben:

1) 8 Pfund $12^4/_5$ Loth.
2) $10^2/_5$ %.
3) $1^{23}/_{58}$ Pfund.
4) 23,55 Loth.

58. Brief.

Bor, Borsäure, Borax. Fortsetzung der Löthrohrproben: Kalk, Baryt, Eisenoxyd. Aufgaben und Auflösungen.

Der Borax, welchen wir bei den Löthrohrversuchen brauchen, ist, wie du dich erinnerst, borsaures Natron; die Darstellung der Borsäure daraus kennst du schon. Ueber die Natur dieser Säure, die außer Sauerstoff noch ein anderes, dir bisher unbekannt gebliebenes Element enthält, habe ich dich demnach vor Allem zu unterrichten.

Wenn man der Borsäure mittelst Kalium ihren Sauerstoff entzieht, so bleibt ein brauner pulverförmiger Körper übrig, der den Namen

Bor

B = 10,9

trägt. Seine Eigenschaften bieten kein weiteres Interesse dar; in Sauerstoff verbrennt er zu der dir bekannten

Borsäure BO_3,

welche in der Natur frei und an Natron gebunden vorkommt. Der natürlich sich findende Borax trägt den Namen Tinkal und enthält auf 1 Aequivalent Natron 2 Aequivalente Borsäure und 10 Aequivalente Wasser ($NaO, 2\,BO_3 + 10\,HO$). Aus dem Tinkal, welcher sich besonders an einigen See'n in Tibet findet, läßt sich die Borsäure durch eine stärkere Säure abscheiden. Sie bildet, wie du weißt, farblose perlmutterglänzende Blättchen, deren Zusammensetzung der Formel $BO_3, 3\,HO$ entspricht. In der Hitze verliert sie das Wasser und schmilzt zu glasiger Borsäure.

Die Borsäure ist in Wasser, und namentlich in kaltem, nicht leicht löslich; ihre Lösung ist schwach sauer und bei gewöhnlicher Temperatur ist die Borsäure eine schwache Säure. Wegen ihrer Beständigkeit

iſt ſie aber in der Glühhitze eine ſehr ſtarke Säure, die faſt alle anderen aus ihren Verbindungen zu vertreiben vermag.

Die Borſäure hat die höchſt auffallende Eigenſchaft, trotz ihrer Feuerbeſtändigkeit in Gegenwart von Waſſer ſchon unterhalb der Siedhitze deſſelben von den Waſſerdämpfen mit fortgeriſſen zu werden. Dadurch erklärt ſich der Gewichtsverluſt, welcher allemal ſtattfindet, wenn man eine Borſäurelöſung zur Trockne abdampft, und hierauf beruht das Auftreten von Borſäure in vulkaniſchen Gegenden, wo ſie in aus der Erde hervortretenden Gasſtrömen enthalten iſt und daraus gewonnen werden kann. Man leitet dieſe Gaſe, welche bei einem kaum merklichen Gehalt von Borſäure hauptſächlich aus Waſſerdampf, Schwefelwaſſerſtoff, ſchwefliger Säure, Stickſtoff, Kohlenſäure und einigen anderen Stoffen beſtehen, in Waſſerbehälter, um darin die löslichen Beſtandtheile zurückzuhalten. Die erhaltenen Löſungen werden dann durch Abdampfen concentrirt und die Borſäure durch Kryſtalliſation abgeſchieden. Im Großherzogthum Toscana, wo die Borſäure haltenden Gasſtröme vorzüglich vorkommen, werden in dieſer Weiſe jährlich nahezu 20,000 Centner Borſäure erhalten, die zur Darſtellung von **Borax** benutzt wird, indem man Soda mit derſelben ſättigt und die entſtehende Löſung wiederholt kryſtalliſiren läßt, um ſie zu reinigen. Die freie Borſäure hat die Eigenſchaft, die Flamme von Weingeiſt, womit ſie gemiſcht iſt, grün zu färben; daſſelbe gilt für Borſäureſalze, wenn ihnen etwas Schwefelſäure zugeſetzt worden. Die Farbe zeigt ſich am Saume der Weingeiſtflamme beſonders ſchön, wenn man in das flüſſige Gemiſch etwas Baumwolle bringt und Alles während des Brennens mit einem Glasſtab umrührt.

Wenn eine Boraxlöſung bei 50 — 55° kryſtalliſirt, ſo ſchießen daraus waſſerärmere Kryſtalle $NaO, 2\,BO_3 + 5\,HO$ an, welche unter dem Namen octaëdriſcher oder geſchmolzener Borax im Handel vorkommen und zum techniſchen Gebrauche bequemer ſind.

Die Wirkung des Borares beim Zuſammenſchmelzen mit oxydirbaren Metallen oder Metalloxyden beſteht darin, daß ſich das ein Aequivalent Borſäure mit dieſen zu einem ſchmelzbaren Salze vereinigt, welches mit dem entſtehenden neutralen borſauren Natron zu einem glasartigen Doppelſalze zuſammenſchmilzt. Man benutzt daher den Borax beim Löthen, um durch Wegnahme der beim Erhitzen der meiſten Metalle entſtehenden Oxydhaut eine reine metalliſche Berührung hervorzubringen. Das geſchmolzene Salz wird durch Zuſammendrücken der Metallflächen herausgepreßt. Da die ſo entſtehenden Glasflüſſe je nach den Metalloxyden verſchiedene Farben zeigen, ſo dient der Borax in derſelben Weiſe wie das Phosphorſalz bei Löthrohrverſuchen zum Unterſcheiden derſelben.

Du wirſt wohl daran thun, ein halbes Dutzend kleiner Fläſchchen das Knochenmehl, den Borax, das Phosphorſalz und die dir allig noch bekannt werdenden „Löthrohrreagentien" zu beſtimmen und ı ganzen Löthrohrapparat zuſammen in ein Käſtchen zu ſtellen, um mer Alles gleich bei der Hand zu haben.

Die nächſten Verſuche, welche du damit anzuſtellen haſt, ſind die rſtellung von Borarperlen mit Chromoxyd und das Zuſammenſchmelzen ı kohlenſaurem Kalk mit Borax, womit er unter Brauſen ein res, bei Abweſenheit aller anderen Metalloxyde auch farbloſes Glas vorbringt. Bei Anwendung von Baryt wirſt du ein ähnliches Verten beobachten, und bei einem Zuſatze von mehr Baryt wird das re Glas beim Erkalten milchweiß.

Endlich mache folgende Verſuche mit einem Eiſenoxydſalze, oder mit nem Eiſenoxyd, indem du anfangs immer nur äußerſt geringe, kaum rkliche Mengen an die zuvor klare und blaſenloſe Perle bringſt und t nach genaueren Beobachtungen der auftretenden Farben die zugeſetzte rydmenge allmälig vermehrſt. Dabei werden ſich folgende Farbenveränrungen zeigen:

1) **Boraxperle.** a. im Oxydationsfeuer: Bei einem ringen Zuſatz erſcheint das Glas in der Hitze gelb, in der Kälte farb-; bei einem größeren Zuſatze in der Hitze roth, in der Kälte gelb, d zwar je nach der Menge von verſchiedener Intenſität.

b. im Reductionsfeuer: Das Glas wird flaſchengrün; dieſes rd dir, wenn du eine gute Reductionsflamme blaſen kannſt, leicht geugen; im anderen Falle tritt dieſe Farbe nur beim Erhitzen der Oxydrle auf Kohle ſchnell hervor, wobei aber wegen anhängender Kohlenteilchen die Farbe nur ſchwer beobachtet werden kann. Dann rathe ich r, die noch geſchmolzene Perle auf einem als Ambos dienenden flachen tahlklötzchen mit einem Hammer platt zu drücken, ein Verfahren, das ch bei den Perlen, welche am Platinadraht befindlich ſind, zur richtin Beurtheilung der Farben bei durchfallendem Licht ſehr anwendbar iſt.

Nach Beendigung des Verſuches iſt die flüſſige Perle durch einen rzen Schlag vom Draht zu entfernen, die anhängenden Ueberbleibſel rch Aufſchlagen mit dem Hammer loszutrennen und darauf der Draht rch Eintauchen in verdünnte Säure vollends zu reinigen. In einem öhrchen mit verdünnter Säure bewahrt man den Draht am beſten zum ächſten Verſuche auf, worauf er unmittelbar vorher nur mit reinem Waſſer abgeſpült zu werden braucht.

Dieſe Angaben werden dir nicht kleinlich ſcheinen, wenn du beobachſt, wie gering die Mengen Metalloxyd zu ſein brauchen, welche eine erle ſchon färben können.

2) **Phosphorsalzperle.** In dem Oxydationsfeuer verhält sich diese der Borarperle fast ganz gleich, nur verschwindet die Farbe beim Abkühlen schneller und geht dabei durch das Grünliche hindurch. In der Reductionsflamme wird das Glas erst bei einem größeren Zusatze gefärbt und zwar roth oder gelb und selbst nach dem Erkalten noch röthlich. Nur wenn du zu der auf die Kohle gebrachten Perle ein kleines Stückchen Zinn bringst, gelingt es, die Perle grün zu erhalten.

Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, daß diese Farben von den Oxyde oder Oxydul herrühren, welche in der einen oder anderen Flamme erzeugt werden.

Damit können wir für dieses Mal die Löthrohrproben beschließen, ich werde dir im nächsten Briefe andere angeben. Wir wenden uns zunächst zu den Verbindungen eines anderen Elementes, welches mit dem Bor sehr viele Aehnlichkeit besitzt, nämlich zum Kiesel oder Silicium. Ich will indessen damit den nächsten Brief anfangen und dir heute lieber noch einige Rechenaufgaben geben, für die ich dir, da sie einige Schwierigkeiten bieten, einige Musterauflösungen beifügen will.

1) Wie viel Schießpulver ist zu nehmen, wenn nach der Explosion die gasförmigen Producte den Raum von a. 16,43 Kubikdecimeter, b. 31,04 Kubikfuß (specifisches Gewicht des N 0,9702) einnehmen sollen, wenn auf die Ausdehnung der Gase durch die erhöhte Temperatur keine Rücksicht genommen werden soll?

2) Wie viel Procent Salzsäure enthält eine Salpetersäure, die man aus Kalisalpeter darstellt, in welchem 12% Kochsalz befindlich sind?

3) Wie viel Procent Kohlensäure muß in dem Chlor enthalten sein, welches aus Braunstein dargestellt wird, welcher durch 15% kohlensauren Kalk verunreinigt ist?

Ich lasse die Anleitung zur Lösung von 1 a. und von 3 folgen; die vollständige Ausrechnung derselben wird dir die angewandte Methode deutlich genug machen, um danach 1 b. und 2 selbstständig zu finden.

1) a. Nach der Formel für die Zersetzung des Schießpulvers erhält man aus 135,2 Theilen Schießpulver 66 Theile Kohlensäure und 14 Theile Stickstoff; es geben demnach 135,2 Gramm auch 66 Gramm CO_2 und 14 Gramm N. Der Raum, den diese Producte einnehmen, beträgt

für CO_2 33,33 Kubikdecimeter,
für N 11,11 Kubikdecimeter,
zusammen 44,44 Kubikdecimeter Gas.

Um also 44,44 Kubikdecimeter Gas zu erhalten, muß man 135,2 Gramm Pulver abbrennen; daraus folgt leicht die zur Erzeugung der verlangten Gasquantität nothwendige Schießpulvermenge (50 Gramm sehr nahe).

3) 100 Theile des bezeichneten Braunsteins enthalten:

MnO_2 85 Theile
CaO, CO_2 15 „

Es entwickeln aber

85 Theile MnO_2 mit Salzsäure . 69,2 Theile Chlor
15 „ CaO, CO_2 mit Salzsäure 6,6 „ Kohlensäure

Im Ganzen 75,8 Theile Gas.

Man erhält also in einem Gasproducte von 75,8 Theilen an Kohlensäure 6,6 Theile oder 8,7%.

Bei Auflösung von Aufgabe 2 ist indessen zu bedenken, daß die Salzsäure als wasserfreie, die Salpetersäure als Hydrat erhalten werden und zu berechnen sind. Du mußt, wenn du richtig schließest und rechnest, erhalten bei 1) b. 6¼ Pfund, bei 2) 12,028%.

59. Brief.

Kieſel. Kieſelſäure. Darſtellung der amorphen Kieſelſäure. Eigenſchaften und Verhalten zu Säuren. Waſſerglas. — Löthrohrübungen: Kieſelſäure und Silicate; Zinkoxyd. — Aufgaben.

Der **Kieſel** oder das **Silicium**

Si = 21,3

iſt nicht zu verwechſeln mit dem, was man gewöhnlich **Kieſel** nennt. Hiervon bildet vielmehr der Kieſel nur die Grundlage, und iſt darin mit 3 Aequivalenten Sauerſtoff vereinigt. Entzieht man letztere dieſer Verbindung, ſo erhält man eine dem Bor ähnliche Subſtanz, die in Sauerſtoff erhitzt zu der Verbindung SiO_3 verbrennt, welche den Namen Kieſelſäure trägt, in reinem Zuſtande in der Natur als Bergkryſtall vorkommt, und theils rein, theils mehr oder weniger mit fremden Subſtanzen, wie Metalloxyden und Waſſer, vermiſcht, den Quarz, den Amethiſt, den Kieſelſtein, den Opal, Chalcedon und viele andere Mineralien bildet. Außerdem beſtehen die meiſten Geſteine und Felsarten aus Verbindungen der Kieſelſäure mit Baſen, aus einfachen und Doppel-Silicaten. Auch in den Pflanzen, beſonders in der harten Oberhaut der Gräſer, ſo wie in dem Thierkörper findet ſich Kieſelſäure. Die Maſſe der Kieſelſäure in den verbreitetſten Geſteinen iſt ſo groß, daß ſie den größten Theil der feſten Erdkruſte und jedenfalls den wichtigſten Beſtandtheil des Mineralreiches ausmacht.

In manchen Werken wirſt du für die Formel der Kieſelſäure SiO_2 und das Aequivalent des Kieſels demnach 14,2 angegeben finden. Bei der ſehr verſchiedenartigen Zuſammenſetzung und ſchwierigen Unterſuchung der Silicate kann eine ſolche Verſchiedenheit der Meinungen nicht befremden, allein es würde mich hier zu weit führen und mich zu Erörterungen veranlaſſen, denen du nur ſchwer folgen könnteſt, wenn ich dir über dieſen Punkt eine Erklärung geben wollte. Die verwickelten Formeln

der Kieſelſäureſalze wirſt du wohl ſpäter einmal kennen lernen, wenn du dich mit dem mineralogiſchen Theil der Chemie beſchäftigſt; für jetzt können wir davon abſehen.

Die Kryſtallform der Kieſelſäure, wie ſie ſich ohne weſentliche Abänderungen in der Natur findet, iſt dir gewiß nicht unbekannt, da du ohne Zweifel ſchon öfter Bergkryſtall vor Augen gehabt haſt. Künſtlich kann man die Kieſelſäure aus einer anderen Geſtalt nicht in die kryſtalliſirte überführen; man erhält ſie aus ihren Verbindungen, wie du ſelbſt erfahren ſollſt, nur in Geſtalt eines feinen, weißen Pulvers. Dieſe iſt, eben ſo wie jene, in allen Säuren völlig unlöslich und in jeder Hitze, die des Knallgasgebläſes ausgenommen, vollſtändig unſchmelzbar. Für ſich iſt ſie nicht flüchtig, mit Waſſerdämpfen entweicht ſie etwas, jedoch weit weniger als die Borſäure.

Um das Verhalten der Kieſelſäure gegen Baſen und Säuren kennen zu lernen, magſt du folgenden lehrreichen Verſuch anſtellen: Ein Stück reinen Quarzes, einen kleinen Bergkryſtall oder Feuerſtein erhitze im Ofen zum Weißglühen, wirf ihn dann in kaltes Waſſer und zerſtoße und zerreibe die ſo brüchig und zerreiblich gewordene Kieſelſäure im Mörſer zum feinſten Pulver. Dann trockne ſcharf etwas gereinigte Potaſche und etwas verwitterte Soda, miſche davon gleiche Theile und bringe einige Loth des Gemiſches in einem Schmelztiegel in glühenden Fluß. Nun trage von der gepulverten Kieſelſäure nach und nach in das geſchmolzene Gemiſch; die Kohlenſäure wird unter Brauſen verjagt und kieſelſaures Kali und Natron (das wir der Kürze wegen mit dem gemeinſamen Namen kieſelſaures Alkali bezeichnen wollen) gebildet. Wenn du etwa den dritten Theil der geſchmolzenen Maſſe an Kieſelſäure eingetragen haſt, magſt du damit aufhören, die Hitze ſo ſtark ſteigern, daß das Silicat ruhig und klar fließt, und dann daſſelbe auf eine reine Eiſenplatte ausgießen. Nach dem Erkalten haſt du ein Glas vor dir, welches ſich von dem gewöhnlichen Glaſe nur durch ſeinen größeren Alkaligehalt und die dadurch bedingte Löslichkeit in Waſſer und Zerſetzbarkeit durch Säuren unterſcheidet.

Das gepulverte Silicat löſe nun in wenig Waſſer und theile die klare, allenfalls filtrirte Löſung in mehrere Theile, mit denen du folgendermaßen zu verfahren haſt.

Einen Theil derſelben gieße in mäßig verdünnte Salzſäure; die Kohlenſäure von einem Theil noch nicht zerſetzten kohlenſauren Alkali wird dabei entweichen, das kieſelſaure Alkali zerlegt werden, Chlormetalle kommen in Löſung, und, da die Flüſſigkeit klar bleibt, ſo wird auch die frei werdende Kieſelſäure von der ſauren Flüſſigkeit gelöſt. Daß dem ſo iſt, kannſt du folgendermaßen nachweiſen: Dampfe die Löſung in einer Porcellanſchale zur Trockne ein, erhitze den Rückſtand

bis keine Dämpfe mehr entweichen, befeuchte ihn mit einigen Tropfen Salzsäure, um etwaige Salze der schweren Metalle zu lösen, und übergieße dann das Ganze mit Wasser. Dadurch wird Alles bis auf die Kieselsäure aufgelöst, welche durch das Abdampfen zur Trockne in einen unlöslichen Zustand übergeht. Du kannst sie nun durch Filtriren trennen, gehörig auswaschen, trocknen und in einem Porcellantiegel glühen, worauf sie das oben beschriebene weiße, knirschende und vollkommen unlösliche Pulver darstellt. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß dieselbe durch Wiederholung desselben Verfahrens abermals im löslichen Zustande und in der Säure gelöst erhalten werden kann u. s. f.

Wenn du in einen anderen Theil der Lösung der Silicate in concentrirtem Zustande noch tropfenweise Salzsäure gießest, so wirst du darin einen gallertartigen durchscheinenden Niederschlag entstehen, vielleicht sogar das Ganze zu einer kleisterähnlichen Masse erstarren sehen.

Zu einer dritten Quantität bringe die Salzsäure, nachdem die Lösung vorher verdünnt worden: es wird dann die Bildung des gelatinösen Niederschlags nicht sogleich eintreten, sondern es erstarrt das Ganze erst nach einiger Zeit zu einer zitternden gallertähnlichen Masse. In diesen beiden Fällen ist die Kieselsäure im Hydratzustande abgeschieden worden und bleibt je nach der Concentration und dem Säureüberschuß in wechselnder, aber immer nur sehr geringer Menge in der Flüssigkeit gelöst. Einmal abgeschieden, ist die Säure nicht mehr aufzulösen; das Abfiltriren geht nur schwierig von Statten; leichter nach dem Kochen. Das so erhaltene Kieselsäurehydrat verwandelt sich beim starken Erhitzen ebenfalls in das weiße Pulver, das du schon kennst.

Die Silicate verhalten sich gegen Säuren auf zweierlei Weise: entweder sie werden durch dieselben zersetzt, aufgeschlossen, indem bei Anwendung von Salzsäure die Metalloxyde als Chlormetalle in Lösung gehen und die Kieselsäure als Gallerte abgeschieden wird (oder auch je nach dem Verfahren in Lösung geht und dann erst nach dem Abdampfen unlöslich wird) — oder sie werden von den Säuren gar nicht oder doch nur unvollständig zersetzt. In diesem Falle aber kann man sie stets durch Schmelzen mit Kali oder Natron aufschließen, d. h. die Kieselsäure an diese Basen übertragen und dann das Product mittelst Säuren in derselben Weise zersetzen, wie du das vorhin dargestellte Silicat zersetzt hast. Auf die eine oder die andere Weise gelingt es stets, die Bestandtheile der Silicate in Lösung zu erhalten und einer Untersuchung zu unterwerfen. Du wirst dich indessen vorab mit diesen Arbeiten nicht weiter beschäftigen, welche zu den schwierigsten und verwickeltsten der ganzen Chemie gehören, sondern nur noch ein Silicat darstellen, welches in der letzten Zeit unter dem Namen Wasserglas eine

große Verbreitung gefunden hat und welches im Wesentlichen mit dem vorhin erhaltenen Silicate von Natron und Kali übereinstimmt.

Schmelze bei heftiger Glühhitze 15 Theile Quarzpulver, 10 Theile gereinigtes kohlensaures Kali und 1 Theil Kohle so lange zusammen, bis die Masse ruhig und klar fließt und gieße die Masse aus; pulvere sie und löse sie unter anhaltendem Kochen in reinem Wasser zu einer syrupdicken Flüssigkeit auf. Diese trocknet, auf Holz, Leinwand u. s. w. gestrichen, zu einem glasartigen Ueberzug ein, der dem Einfluß von Luft und Feuchtigkeit widersteht und das Feuerfangen der damit überzogenen Gegenstände verhindert, obwohl allerdings das Verkohlen bei hinreichender Hitze nicht verhütet werden kann.

Der Kiesel verbindet sich mit mehreren anderen Elementen, so z. B. mit dem Chlor, mit dem Bor und mit einigen anderen. Diese Verbindungen bieten uns jedoch nicht hinreichendes Interesse dar, um uns zu beschäftigen; ich wende mich daher zu demjenigen Körper, dessen Verbindung mit dem Kiesel größere Wichtigkeit besitzt, und den du nur erst dem Namen nach kennen gelernt hast, nämlich zu dem Flnor. Vorher aber hast du noch einige Löthrohrversuche anzustellen:

Ein kleines Stückchen eines aus Quarz bestehenden Minerals bringe in Gestalt einiger feiner Körnchen mit Soda (welche du zu diesem Zwecke in getrocknetem, wasserfreiem Zustande unter den Löthrohrreagentien bereit haben mußt) auf den Platinadraht und lasse beide Substanzen zusammenschmelzen: es wird unter Brausen ein klares und bei völliger Reinheit der Materialien auch farbloses Glas entstehen. Ein Quarz-Splitter allein, mittelst des Platinadrahtes auch der intensivsten Hitze der Löthrohrflamme dargeboten, wird zwar mit hellem Lichte leuchten, aber auch nicht einmal an den Kanten sich abrunden.

Mit Borax kannst du nur langsam und nur bei Anwendung einer sehr kleinen Menge Kieselsäure ein klares Glas erhalten; bei Anwendung von Phosphorsalz aber bleibt auch die kleinste Menge Kieselsäure unverändert in der klaren Perle schwimmend. Unterwirf ferner ein Silicat, z. B. ein Stückchen Glas oder ein Stückchen Schlacke, denselben Proben. Für sich wirst du sie schmelzbar finden, eben so werden sie von Soda unter Brausen bei nicht zu starkem Zusatze des Silicates aufgelöst; Phosphorsalz zersetzt sie zwar, läßt aber die Kieselsäure ungelöst, die demnach in ungeschmolzenem Zustande in der Perle schwimmt.

Hiernach mache einige Versuche über das Verhalten des Zinkoxyds vor dem Löthrohr; du wirst dazu entweder reines Zinkoxyd oder kohlensaures Zinkoxyd benutzen, auch schwefelsaures Zinkoxyd zeigt die gleichen Erscheinungen.

Auf Kohle für sich erhitzt muß das Zinkoxyd hell leuchten, gelb, beim Abkühlen aber wieder weiß werden und sich in der Reductions-

flamme reduciren, um an einer anderen Stelle wieder die Kohle als Zinkoxyd weiß zu beſchlagen.

Die Borarperle nimmt ziemlich viel Zinkoxyd auf, ohne dadurch unklar zu werden; erſt bei einer allzugroßen Menge wird ſie nach der Abkühlung zum undurchſichtigen Schmelz. Die Perle bringe dann auf der Kohle in die Reductionsflamme; das Zink wird reducirt und beſchlägt die Kohle weiß.

Die Phosphorſalzperle verhält ſich in ähnlicher Weiſe; die Erſcheinung, welche metalliſches Zink und Phosphorſalz bieten, iſt dir wohl noch von neulich her bekannt.

Miſche nun etwas Soda mit etwas Zinkoxyd und ein wenig Feuchtigkeit zu einem Kügelchen, um es auf der Kohle der Oxydationsflamme auszuſetzen: die Soda wird ſchmelzen, aber das Zinkoxyd nicht löſen. In der Reductionsflamme verflüchtigt ſich das Zink und beſchlägt die Kohle das Oxyd weiß.

Ich ſchließe dieſen Brief mit einigen Aufgaben zur eigenen Bearbeitung:

1) Wie viel Procent arſenige Säure enthält das Schweinfurter Grün (Formel: CuO, $C_4H_3O_3$ + 3 CuO, 2 AsO_3)?

2) Man will aus Zinnober haltenden Erzen eine Menge von 1000 Kilogrammen Queckſilber gewinnen. Die Analyſe der Erze hat ergeben, daß 100 Pfund Erze 24 Pfund Zinnober enthalten. Wie viel iſt von demſelben in Arbeit zu nehmen, wenn man annimmt, daß bei der Fabrikation kein Verluſt ſtattfände?

Du haſt nächſtens einige Loth Flußſpath nöthig: beim Materialiſten erhältſt du dieſes Mineral in dem erforderlichen feingepulverten Zuſtand. Auch ſiehe zu, ob dein Vorrath von Schwefelſäure etwa zur Neige geht und erneuere ihn in dieſem Falle.

---

60. Brief.

Fluor; Fluorwaſſerſtoffſäure; Verhalten zu Kieſelſäure; Fluorkieſel. Darſtellung; Kieſelflußſäure und ihr Verhalten. Aetzen von Glas und Probe auf Fluor. — Antworten.

Das

Fluor

Fl = 31

iſt im iſolirten Zuſtande zwar dargeſtellt worden, allein es hat nicht aufgeſammelt und nach ſeinen Eigenſchaften ſtudirt werden können, weil alle Gefäße, in denen dies geſchehen könnte, ſofort von dieſem Elemente angegriffen werden. So viel man aus den Verſuchen ſchließen durfte, welche in Gefäßen von Flußſpath (Fluorcalcium) angeſtellt worden ſind, ſcheint das Fluor ein farbloſes Gas zu ſein.

In ſeinen Verbindungen ſteht das Fluor dem Chlor ſehr nahe und ich habe es dir auch ſchon früher als zur Klaſſe der Halogene gehörig angeführt. In der Natur kommt das Fluor an Metalle, namentlich an das Calcium gebunden vor; das Fluorcalcium findet ſich theils für ſich als Mineral, theils als Gemengtheil anderer Kalkſalze.

Eine Verbindung des Fluors mit Sauerſtoff hat man noch nicht hervorbringen können, weshalb man das Fluor als einen Körper bezeichnen darf, der zwiſchen den amphigenen und halogenen Körpern ſteht, indem er zu dem Sauerſtoff keine oder doch nur geringe Affinität beſitzt.

Ebenſo wie die übrigen Halogene bildet auch das Fluor mit dem Waſſerſtoff eine Verbindung, die den Character der Säuren trägt. Die Fluorwaſſerſtoffſäure oder Flußſäure FlH wird entſprechend der *Chlorwaſſerſtoffſäure* durch Behandeln eines Fluormetalls mit Schwefel-

säure erhalten. Ihre Darstellung im reinen oder auch im wasserhaltigen Zustande sollst du indessen nicht vornehmen, weil sich diese Säure durch die äußerst heftigen und gefährlichen Wirkungen, welche sie auf die Athmungsorgane und selbst auf die Haut ausübt, auszeichnet und außerdem zu ihrer Darstellung eigene Gefäße aus Blei oder Platina erfordert werden. So weit es indessen die Anschauung ihrer Wirkungen auf Kieselsäure und auf Kieselsäuresalze nothwendig macht, sollst du sie in kleinem Maßstabe entwickeln lernen. Zuvor aber bemerke dir Folgendes über ihre Eigenschaften.

Bei der Zersetzung des Flußspaths mittelst concentrirter Schwefelsäure erhält man durch den Vorgang

$$CaFl + SO_3, HO = HFl + SO_3, CaO$$

die wasserfreie Säure; diese ist ein nicht verdichtbares Gas, das mit einer sehr geringen Menge Wasser eine bei 30° siedende, an der Luft rauchende Flüssigkeit giebt, die auf der Haut so heftige Entzündungen hervorbringt, daß bei einiger Ausdehnung der entstehenden Wunde selbst der Tod erfolgen kann. Mit Wasser vermischt sie sich unter starker Erhitzung in jedem Verhältniß; die verdünnte Säure raucht nicht mehr an der Luft.

Die Fluorwasserstoffsäure wird von den meisten Metallen unter Entwickelung von Wasserstoff und Bildung des (löslichen) Fluormetalls zerlegt. Mit Kieselsäure zersetzt sie sich so, daß wenn diese im Ueberschusse vorhanden ist, Wasser und eine Verbindung des Siliciums mit dem Fluor entsteht, indem der Wasserstoff von 3 Aequivalenten Fluorwasserstoff mit dem Sauerstoff eines Aequivalentes Kieselsäure Wasser giebt, und die 3 Atome Fluor mit dem 1 Atom Kiesel zu

Fluorkiesel
$SiFl_3$

zusammentreten:

$$SiO_3 + 3\,HFl = 3\,HO + SiFl_3.$$

Der Fluorkiesel ist ein Gas, so daß in diesem Falle alle Kieselsäure in Gestalt von Fluorkiesel entweicht. Wenn man demnach fein gepulverte Kieselsäure in concentrirte Flußsäure einträgt, so erhält man als Product nur einen flüchtigen Körper und ein Gas — eine Erscheinung, welche höchst merkwürdig gegenüber der Feuerbeständigkeit des Kiesels und der Kieselsäure erscheint.

Wenn die Flußsäure im Ueberschuß und viel Wasser vorhanden ist, so tritt eine weitere Zersetzung ein, dieselbe, wie wenn man Fluorkiesel in Wasser leitet. Dies kannst du dir auf folgende Weise veranschaulichen.

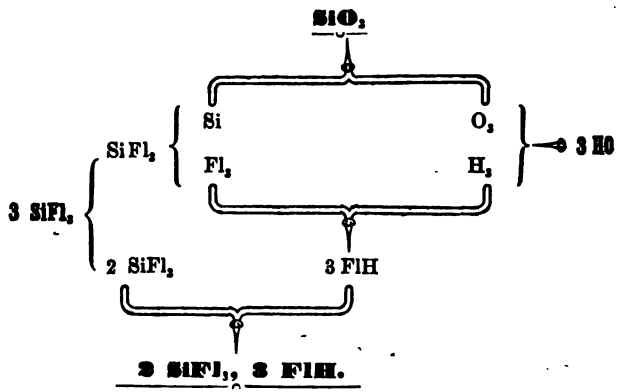
In einem kleinen Kölbchen, welches mit einer Gasentbindungsröhre versehen ist, mische Flußspath mit reinem Sand und übergieße das Gemisch mit concentrirter Schwefelsäure, bis das Ganze einen dünnen Brei bildet und den Kolben höchstens zu ½ füllt. Setze dann schnell das Rohr auf und erhitze ganz gelinde, wenn die Dämpfe des Fluorkieselś nicht schon von selbst entweichen. Er stellt ein farbloses, in feuchter Luft stark rauchendes Gas dar, welches bedeutend schwerer als die Luft ist, und wovon du also ein trockenes Fläschchen voll auffangen kannst. Leitest du dann das weiter sich entwickelnde Gas in Wasser, oder spritzest du Wasser in das damit gefüllte Fläschchen, so wirst du in demselben einen gallertartigen voluminösen Niederschlag von Kieselsäure sich augenblicklich bilden sehen. Derselbe ist so dick und entsteht so plötzlich, daß, wenn du die Einleitung in Wasser noch länger fortsetzen willst, du die Gasleitungsröhre nicht unmittelbar in Wasser tauchen lassen darfst, indem die entstehende Kieselsäure dieselbe sehr bald völlig verstopfen würde. Man bringt in diesem Falle auf den Boden des Gefäßes etwas Quecksilber, welches so hoch steht, daß das Fluorkieselgas nicht unmittelbar aus der Röhre in das Wasser austreten kann, sondern erst in das Quecksilber und aus diesem in das Wasser gelangt. Es gesteht dann nach und nach die ganze Wassermenge zu einer dicken, kleisterähnlichen Masse von Wasser und Kieselsäuregallerte.

Was geht nun hier vor? Du wirst zunächst einsehen, daß das Fluorkieselgas in Folge der Zersetzung der aus Flußspath und Schwefelsäure entwickelten Flußsäure durch die zugleich gegenwärtige Kieselsäure entsteht, nach der Gleichung

$$3\ CaFl + 3\ (SO_3,\ HO) + SiO_3 = 3\ (CaO,\ SO_3) + SiFl_3 + 3\ HO.$$

Da nun beim Zusammenkommen von Kieselfluor und Wasser wieder Kieselsäure entsteht, so wirst du vermuthlich verleitet werden zu glauben, daß sich wieder rückwärts Kieselsäure und Flußsäure bildet. Wenn du aber bedenkst, daß ja diese beiden Stoffe ohne Zersetzung nicht neben einander bestehen können, so mußt du die Irrigkeit eines solchen Schlusses bald einsehen. Es wird vielmehr nur ein Drittel des Fluorkieselś in Wasser und Kieselsäure zerlegt, während die übrigen unzersetzten zwei Drittel mit der so entstehenden Fluorwasserstofffäure zu einer neuen Verbindung zusammentreten, welche den Namen Kieselfluorwasserstofffäure oder kürzer Kieselflußsäure trägt, und die demnach die Formel 3 FlH, 2 $SiFl_3$ besitzt.

Ihre Entstehung soll dir aus folgendem Schema noch deutlicher werden.



Formel : $3\ SiFl_3 + 3\ HO = SiO_3 + 2\ SiFl_3, 3\ FlH.$

Dieſe Doppelſäure bleibt in dem Waſſer gelöſt und kann durch Abpreſſen und Filtriren der Löſung frei erhalten werden. Sie läßt ſich concentriren, aber nicht unzerſetzt verdampfen, ſondern zerfällt beim Erhitzen der concentrirten Löſung in Kieſelfluor und Flußſäure, welche beide entweichen, ohne daß ein Rückſtand bleibt.

Auch beim Verdampfen des durch Einleiten des Fluorkieſels in Waſſer entſtandenen Gemiſches von Kieſelſäure und Kieſelflußſäure erhält man keinen Rückſtand.

Du kannſt dies leicht nachweiſen, wenn du davon auch nur einige Tropfen dargeſtellt haſt und das Verdampfen in einem Uhrglaſe vornimmſt, während die Verdampfung der reinen Kieſelflußſäure nicht in Glasgefäßen vorgenommen werden darf, da dieſe ebenſo, wie die reine Kieſelſäure, von der frei werdenden Flußſäure zerſetzt werden. Wenn die Kieſelflußſäure mit der gallertartigen Kieſelſäure erhitzt wird, ſo wirkt die bei der Erhitzung der erſteren — wie vorhin angegeben — ſich entwickelnde Flußſäure zerſetzend auf die Kieſelſäure, und es entſteht, wie wir wiſſen, Kieſelfluor und Waſſer, ſo daß alſo abermals die Kieſelſäure in den gasförmigen Producten entweicht.

Es iſt die Zerſetzung des Fluorkieſels mit Waſſer dieſelbe, von der ich vorhin ſagte, daß ſie beim Zuſammenbringen von Kieſelſäure mit einem Ueberſchuß von Flußſäure und Waſſer ſtattfinde, und von der ich dir andeutete, daß ſie von der bei Anwendung von wenig und concentrirter Flußſäure vorhergehenden verſchieden ſei. Es wird dann nämlich das im andern Falle frei werdende Fluorkieſelgas ſich mit der überſchüſſigen Fluorwaſſerſtofffäure zu Kieſelflußſäure verbinden, die im Waſſer gelöſt bleibt.

Im Weſentlichen aber wird hier, wie im andern Falle, ein lösliches Product gebildet, das beim Erhitzen gasförmig entweicht, wie ich oben

erklärt habe, und es wird also stets die Kieselsäure von der Flußsäure (zersetzt und) gelöst und je nach Umständen verflüchtigt.

Ebenso wirkt die Flußsäure auch auf die Kieselsäuresalze ein, indem sie denselben ihre Kieselsäure entzieht und sich mit ihnen in der angegebenen Weise zersetzt. Die Basen bleiben dann entweder als Kieselfluormetalle oder bei Gegenwart von Schwefelsäure als Schwefelsäuresalze zurück.

Diese Zersetzung der Silicate wird sehr häufig zum Aufschließen derselben, so wie zum Aetzen auf Glas und auch zur Nachweisung des Fluors angewandt. Das Glas wird nämlich deshalb dadurch geätzt, weil ein Theil seiner Bestandtheile gasförmig entweicht und mithin eine Vertiefung zurücklassen muß, oder auch nur seine Oberfläche durch die an derselben stattfindende Zersetzung angegriffen wird und in Folge dessen matt erscheint. Um dir diese Wirkung zur Anschauung zu bringen, hast du zunächst für ein zur Entwickelung von Flußsäure taugliches Gefäß und für eine Substanz zum theilweisen Ueberziehen des zu ätzenden Glases zu sorgen.

Zu ersterem kannst du aus einer kleinen etwas dicken Bleiplatte ein beliebig geformtes, etwa ein halbkugeliges Schälchen oder Tiegelchen durch passendes Schlagen formen, wobei aber keinerlei Löthung anzuwenden ist. Zu dem Ueberziehen des Glases kann zwar Wachs schon ganz gut gebraucht werden; besser aber stellst du den Aetzgrund der Kupferstecher durch Zusammenschmelzen von etwas Mastixharz, Asphalt und Wachs unter Zusatz von ein wenig Terpentinöl zur geschmolzenen Masse dar. Mit diesem Firniß überziehe sodann einige erwärmte Glasplatten, die groß genug sind, um das Bleigefäß zuzudecken, und zeichne in diesen Firniß mit einem Messerchen beliebige Linien oder Buchstaben, die nach dem Aetzen matt erscheinen sollen, so ein, daß an der betreffenden Stelle das reine Glas blosgelegt wird.

Nun bringe in den Bleitiegel etwas gepulverten Flußspath und Schwefelsäure, rühre beides mit einem hölzernen Stäbchen um, bedecke das Gefäß mit einer zugerichteten Glasplatte und erwärme es gelinde. Da du dich vor den entweichenden Dämpfen sorgfältig hüten mußt, und die Erhitzung zwar einestheils hinreichend dauern soll, anderntheils aber den Schmelzpunkt des Firnisses nicht erreichen darf, so ist es am einfachsten, den bedeckten Tiegel in eine Schale mit kochendem Wasser und mit dieser vor das Fenster zu stellen. Natürlich darf aber das Wasser die Glasplatte nicht berühren.

Wenn das Ganze kalt geworden ist, so nimm die Glasplatte von dem Bleigefäße weg, spüle sie schnell mit Wasser ab, trockne sie ab und entferne den Firniß durch Erhitzen der Platte und Abwaschen mit *etwas Terpentinöl oder Weingeist*; es werden sich dann die entblößten

Stellen geätzt zeigen. Den Tiegel lege in ein großes Gefäß mit Waſſer und erneuere dieſes ein paar Mal, ehe du die Hände mit dem Tiegel oder ſeinem Inhalte in Berührung bringſt.

Eine andere Art zu ätzen, welche die geätzten Stellen vertieft und glatt zeigt, und die man auch zum Durchſchneiden des Glaſes nach beſtimmten Linien benutzen kann, beſteht darin, daß man die vorgerichtete Platte mit einem Rand von Wachs umgiebt, und dann den Brei von Flußſpath und Schwefelſäure mit der Vorſicht darauf bringt, daß die Hände nicht damit in Berührung kommen und verletzte Stellen derſelben ſelbſt vor dem entweichenden Gaſe geſchützt werden. Das Ganze muß dann erwärmt werden, wozu es am beſten iſt, die Platte auf mehrmals erneuerten, nicht zu ſtark erhitzten Sand zu legen, indem man aber dieſelbe Vorſicht gebraucht, wie eben geſagt wurde, weswegen man auch das Ganze am beſten im Freien vor ſich gehen läßt.

Nachdem der Ueberzug der Platte in einem großen Gefäß mit Waſſer abgeſpült worden, verfährt man wie vorhin und erhält ſo die glatte Aetzung in einer Tiefe, die von der Zeitdauer des Verſuchs und von der Stärke des Flußſpathbreies abhängig iſt.

Wenn du nun auch dieſen Verſuch nicht anſtellen willſt, ſo rathe ich dir doch, folgendes Experiment vorzunehmen, um zu ſehen, wie man ſelbſt geringere Mengen von Flußſäure nachweiſen kann.

Von den Zähnen irgend eines größeren Thieres löſe den Schmelz mittelſt Hammer und Zange ab und pulvere denſelben recht fein. Dann behandele ihn in dem (gereinigten) Bleigefäß eben ſo wie vorhin den Flußſpath, nur erneuere das heiße Waſſer mindeſtens ein Mal. Du wirſt auch hier die Platte an den gezeichneten Stellen matt finden; ſollte dies beim Entfernen des Firniſſes nicht ſogleich erſcheinen, ſo wirſt du die Züge nach dem völligen Erkalten und Anhauchen der Platte jedenfalls ſehen können.

Die allergeringſten Mengen Fluor laſſen ſich auf dieſem Wege nachweiſen, nur darf die zu unterſuchende Subſtanz keine Kieſelſäure enthalten. Da in dieſem Falle Fluorkieſel ſich entwickelt, ſo erkennt man das Fluor an dem Niederſchlag, welchen das entwickelte Gas in Waſſer hervorbringt.

Schließlich habe ich noch anzuführen, daß von den Verbindungen der Kieſelflußſäure mit den Metalloxyden oder den Kieſelfluormetallen (entſtehend durch Vertretung des Waſſerſtoffs durch Metalle) nur das Kieſelfluor-Kalium, -Natrium und -Baryum unauflöslich ſind, ſo daß man in den Salzen dieſer Metalle mittelſt Kieſelfluorwaſſerſtoffſäure Niederſchläge erhält. Dieſelben ſind bei Kali und Natron durchſcheinend und gallertartig, ſo daß ſie nicht leicht zu erkennen ſind, bei Baryt kryſtalliniſch. Da das Kieſelfluorſtrontium leicht löslich iſt, ſo kann dieſes

Verhalten der Barytſalze zur Unterſcheidung derſelben von denen des Strontians dienen, ſo wie man die Fällbarkeit der Alkalien benutzen kann, um die Anweſenheit derſelben nachzuweiſen, oder aus ihren Salzen die Säuren zu iſoliren.

Ich ſchließe dieſen Brief mit den Antworten auf die letzten Aufgaben:

1) 48,55%.

2) ſehr nahe 4833⅓ Kilogramm.

Für nächſtens wirſt du einige Stückchen Bleiglanz und eine kleine Menge recht reinen Thon nöthig haben, den du ohne große Mühe erhalten kannſt.

61. Brief.

Löthrohrversuche. Reduction des Bleiglanzes, Reaction auf Bleioxyd. — Aluminium. Vorkommen der Thonerde. Darstellung der schwefelsauren Thonerde. Alaun. Verschiedene Arten von Alaun. — Aufgaben.

Ehe ich zur Besprechung desjenigen Elementes und seiner Verbindungen übergehe, welches uns demnächst beschäftigen soll, will ich in der Angabe der nächsten Löthrohrversuche fortfahren, die du anzustellen hast. Es handelt sich um die Ausführung der Reduction des Bleies aus derjenigen seiner Verbindungen, in der es sich in der Natur am häufigsten findet, dem Bleiglanz. Es wird dir gewiß leicht sein, aus irgend einer Mineraliensammlung ein kleines Stückchen dieses Erzes zu erhalten. Mische es im gepulverten Zustande mit Soda, bringe das Gemisch in eine Kohlengrube, bedecke es mit etwas Soda und erhitze es in einer gut genährten und lange unterhaltenen Reductionsflamme: du wirst bald die Abscheidung von kleinen metallischen Kügelchen in der geschmolzenen Masse bemerken, die du durch Drehen der Kohle und Veränderung der Richtung der Flamme in eine größere Kugel zu vereinigen suchen mußt, wobei sich wahrscheinlich in Folge unvollständiger Reduction die Kohle durch Bleioxyd gelb beschlagen wird. Wenn dir die Vereinigung mehrerer Kügelchen in ein größeres gelungen ist, so kannst du den Versuch als beendigt betrachten und die Probe erkalten lassen, worauf du das gebildete Schwefelnatrium und noch unzersetztes kohlensaures Natron durch Hämmern von dem erhaltenen Bleikorne trennen und dieses als metallisches Blei sowohl an seiner Dehnbarkeit, als an seinem chemischen Verhalten (Löslichkeit in Salpetersäure und Fällbarkeit der Lösung mit Schwefelsäure) erkennen wirst.

Ich knüpfe hieran die Beschreibung des Verhaltens des Bleioxydes vor dem Löthrohr, welches du gleichfalls durch die betreffenden Versuche bestätigen wirst:

Bleioxyd wird im Reductionsfeuer auf der Kohle zu einem Bleikorne reducirt — was dir aber, wie alle derartigen Reductionen, nur gelingen kann, wenn du einige Geschicklichkeit im Hervorbringen dieser Flamme erlangt hast. Es bildet sich gleichzeitig ein gelber Beschlag von Bleioxyd und meist noch ein weißer des Kohlensäuresalzes. Beide verschwinden im Reductionsfeuer mit einem blauen Scheine.

Mit Borax schmilzt das Bleioxyd im Oxydationsfeuer leicht zu einem klaren Glase, das in der Hitze gelb, nach dem Abkühlen farblos ist; bei größerem Zusatz wird das Glas zum Schmelz.

Im Reductionsfeuer auf Kohle wird die Boraxperle trübe; es scheidet sich etwas Blei aus.

Die Phosphorsalzperle verhält sich ebenso.

Hiernach gehe ich zum

Aluminium

Al = 13,7

über. Das Aluminium ist die metallische Grundlage der Thonerde, welche das Oxyd desselben ist. Es bildet im geschmolzenen Zustande ein silberweißes, leicht zu bearbeitendes Metall, welches sich durch die Kraft auszeichnet, mit der es den Einflüssen der Luft, der Feuchtigkeit und anderer chemischer Agentien widersteht. Wenn es sich dadurch den eigentlichen oder schweren Metallen nähert, so stellt es sein geringes specifisches Gewicht (2,67) den leichten Metallen (Magnesium, Calcium u. s. w.) nahe, denen es auch in seinen Verbindungen ähnlicher ist. Das Wasser wird von dem Aluminium in der Siedehitze, aber nur sehr langsam zersetzt. Die Vereinigung aller dieser Eigenschaften haben die Meinung hervorgerufen, daß dieses Metall sich besonders eignen dürfte, um zu manchen technischen Zwecken benutzt zu werden, und man hat daher, namentlich in Frankreich, zahlreiche und kostspielige Versuche gemacht, es in größerem Maßstabe herzustellen, ohne jedoch bisher eine wohlfeile Darstellungsweise finden zu können. Namentlich ist daran die Schwierigkeit Schuld, Natrium, welches zur Darstellung des Aluminiums bisher sich als unentbehrlich erwiesen hat, zu einem geringen Preise herzustellen. Ob die sanguinischen Hoffnungen, welche man sich in Frankreich in Beziehung auf das Aluminium gemacht hat, sobald in Erfüllung gehen werden, wie man von dorther glauben machen will, steht auch noch aus anderen Gründen dahin.

Das Oxyd des Aluminiums hat in chemiſcher Beziehung mit dem Eiſenoxyd viele Aehnlichkeit, indem ſich beide in faſt allen ihren Salzen ohne Aenderung der Kryſtallform vertreten können; man hat ihm daher die Formel Al_2O_3 und dem Aluminium obiges Atomgewicht zuerkannt, obwohl man auch, da keine andere Oxydationsſtufe und namentlich keine dem Eiſenoxydul entſprechende bekannt iſt, die einfachere AlO hätte annehmen können; dann aber müßte, da das Verhältniß der Gewichte von Aluminium und Sauerſtoff feſtſteht, das Atomgewicht von Al = 9,1 geſetzt werden.

Das Aluminiumoxyd, oder die Thon- oder Alaunerde iſt eines der in der Natur am meiſten verbreiteten Oxyde; es bildet in Verbindung mit Kieſelſäure (und Waſſer) den Thon und ſetzt als kieſelſaure Thonerde außerdem die Hauptmaſſe des Feldſpaths und Glimmers, mithin des Granits und überhaupt der Urgebirge zuſammen. Das Oxyd kommt in einigen wenigen Mineralien auch im reinen Zuſtande vor: Saphir und Rubin enthalten außer Thonerde nur noch eine Spur von färbender Subſtanz, und etwas mehr davon findet ſich in dem Korund oder Smirgel, welcher nicht kryſtalliſirte Thonerde iſt.

Aus dem Thon kann man durch Behandeln mit Schwefelſäure unter gewiſſen Umſtänden ſchwefelſaure Thonerde erhalten. Dieſes Verfahren kannſt du im Kleinen folgendermaßen nachahmen:

Suche etwas recht eiſenfreien Thon zu erhalten; je weißer er ſich brennt, deſto reiner iſt er; manche Pfeifenerde brennt ſich vollkommen weiß. Dieſen erhitze in dem Ofen zwiſchen den Kohlen, bis er bei heller Rothglühhitze ſich nicht mehr verändert; er muß dabei aber porös bleiben und darf unter keiner Bedingung zuſammenſintern. Reibe ihn nach dem Erkalten zu einem ſehr feinen Pulver und vermiſche dieſes mit etwa der Hälfte ſeines Gewichtes Schwefelſäure. Nachdem die Berührung dieſer beiden Subſtanzen eine Zeit lang gedauert hat, iſt die Einwirkung der Säure über freiem Feuer ſo lange fortzuſetzen, bis Schwefelſäure anfängt zu verdampfen; dies geſchieht am Beſten in einer ſteinernen Schale oder in einem Porcellantiegel. Nach dem Erkalten haſt du die Maſſe nur mit Waſſer auszuziehen, um eine Löſung von ſchwefelſaurer Thonerde zu erhalten, die zwar meiſtentheils etwas eiſenhaltig, aber dennoch zu den damit anzuſtellenden Verſuchen hinreichend rein ſein wird. Willſt du ſie in feſter Form erhalten, ſo mußt du ſie zur Syrupdicke eindampfen und dann erſtarren laſſen, worauf ſie eine kryſtalliniſche Maſſe liefert. Die Kryſtalle haben die Formel

$$Al_2O_3, 3\,SO_3 + 18\,HO.$$

Zu einem Theil der erhaltenen, etwas concentrirten Löſung von ſchwefelſaurer Thonerde (oder, wenn du die Darſtellung nicht vorgenommen haben ſollteſt, zu der Löſung des käuflichen Salzes) ſetze eine

gleichfalls ziemlich concentrirte Lösung von schwefelsaurem Kali: Wenn nicht sogleich ein Niederschlag entsteht, so wird doch nach einiger Zeit ein solcher zum Vorschein kommen und sich als aus lauter kleinen Krystallen bestehend ausweisen, welche unter der Lupe die Gestalt der dir bekannten Alaunkrystalle zeigen. Solltest du dieses nicht deutlich erkennen können, so brauchst du nur eine größere Menge der beiden Salze in der Wärme zu mischen und das Gemisch etwas abzudampfen, um deutliche Krystalle zu erhalten. In der That ist der Alaun ein Doppelsalz von diesen beiden Schwefelsäuresalzen und Wasser, die nach der Formel:

$$KO, SO_3 + Al_2O_3, 3\,SO_3 + 24\,HO$$

zusammentreten. Daß der Alaun in dem vorliegenden Falle als Krystallpulver ausfällt, rührt von der Schwerlöslichkeit desselben in kaltem Wasser her, deren du dich noch von deinen Krystallisationsversuchen her erinnern wirst.

Ich sagte schon vorhin, daß das Eisenoxyd mit der Thonerde in den entsprechenden Verbindungen gleich krystallisirt d. h. isomorph ist; dasselbe gilt vom Chromoxyd und von der Thonerde, und so können sich diese Oxyde in dem Alaun einander vertreten, ohne daß sich dessen Krystallform darum änderte; so entstehen der

Kali-Eisenalaun $KO, SO_3 + Fe_2O_3, 3\,SO_3 + 24$ aq.,

Kali-Chromalaun $KO, SO_3 + Cr_2O_3, 3\,SO_3 + 24$ aq.

Beide sind nicht eigentliche Alaune; denn dieser Name bezieht sich nur auf den Thonerde enthaltenden Alaun und man hat diesen Namen auf die anderen wegen der Aehnlichkeit in der chemischen Constitution und in der äußeren Erscheinung übertragen. Die Darstellung des Chromalauns ist dir von früher her bekannt, die des Eisenalauns ist der vorhin vorgenommenen des Thonerdealauns entsprechend; du magst den interessanten, aber wenig beständigen Körper folgendermaßen herstellen:

Löse (28 Theile) Eisenvitriol in Wasser, setze (5 Theile) Schwefelsäure zu, oxydire mit Salpetersäure bis die Lösung rein gelbbraun geworden ist und füge noch (8¾ Theile) schwefelsaures Kali hinzu. Verdampfe ohne starke Erhitzung und du wirst beim Erkalten farblose Krystalle erhalten, die sich an der Luft bald mit einer gelben Rinde überziehen werden. Daß ein Alaunkrystall in der Lösung eines anderen Alauns sich vergrößern kann, hast du schon an einem Beispiel erfahren; dieses gilt für alle Körper, welche mit ähnlicher chemischer Constitution gleiche Krystallform vereinigen. Ja in dem Falle der Alaune geht die gegenseitige Vertretbarkeit der Oxyde so weit, daß nicht einmal nothwendigerweise die ganze Menge, z. B. der Thonerde, durch ihr Aequivalent Eisenoxyd vertreten zu werden braucht, sondern ein Alaun beide Oxyde zugleich enthalten kann, so daß also in dem Thonerdealaun ein

beliebiger Bruchtheil der Thonerde durch ſein Aequivalent eines der beiden anderen Oxyde, oder beider erſetzt ſein kann. Man kann daher im Allgemeinen die Formel dieſer drei Alaune folgendermaßen ſchreiben:

$$KO,\ SO_3 + \left.\begin{matrix} Al_2O_3 \\ Fe_2O_3 \\ Cr_2O_3 \end{matrix}\right\},\ 3\ SO_3 + 24\ HO.$$

Der Sinn dieſer Formel wird dir wohl aus dem Vorhergehenden hinlänglich klar ſein.

Nun kann aber auch das Kali durch andere, iſomorphe Oxyde vertreten werden, und dieſe ſind von den dir bekannten das Natron und das Ammoniumoxyd, ſo daß alſo z. B. der Thonerdealaun ſowohl ein Kali-, als auch ein Natron- und Ammoniumoxyd-Alaun ſein kann; wir haben alſo für dieſe folgende Formeln:

$$KO,\ SO_3 + Al_2O_3,\ 3\ SO_3 + 24\ HO,$$
$$NaO,\ SO_3 + Al_2O_3,\ 3\ SO_3 + 24\ HO,$$
$$AmO,\ SO_3 + Al_2O_3,\ 3\ SO_3 + 24\ HO.$$

Für die Vertretung dieſer drei Baſen gilt daſſelbe, wie für die der drei anderen, und wir ſchreiben daher den Thonerdealaun auch ſo

$$\left.\begin{matrix} KO \\ NaO \\ AmO \end{matrix}\right\},\ SO_3 + Al_2O_3,\ 3\ SO_3 + 24\ HO,$$

und da ſich ſelbſtredend dieſe Vertretungsregel auch auf die Alaune der anderen Oxyde anwenden läßt, ſo iſt die noch allgemeinere Formel der Alaune

$$\left.\begin{matrix} KO \\ NaO \\ AmO \end{matrix}\right\},\ SO_3 + \left.\begin{matrix} Al_2O_3 \\ Fe_2O_3 \\ Cr_2O_3 \end{matrix}\right\},\ 3\ SO_3 + 24\ HO.$$

Bezeichnen wir alle iſomorphen Baſen der einen Formel mit MO und die der anderen mit R_2O_3, ſo iſt demnach die allgemeinſte Formel für jede Art von Alaun

$$MO,\ SO_3 + R_2O_3,\ 3\ SO_3 + 24\ HO.$$

Die Alaune, welche ſtatt Kali die anderen Oxyde enthalten, können ganz in derſelben Weiſe wie die Kalialaune erhalten werden, wenn man nur die entſprechenden Salze ſtatt des Kaliſalzes nimmt. Dabei iſt nur zu bemerken, daß der Natronalaun viel löslicher als der Kalialaun iſt, und deshalb nicht in der Kälte ausgefällt wird, ſondern nur durch Abdampfen kryſtalliſirt erhalten werden kann.

Der gebräuchlichſte und im Handel ſich am meiſten vorfindende Alaun iſt der Kali-Thonerdealaun und der Ammoniumoxyd-Thonerdealaun, die unter dem Namen Kali- und Ammoniakalaun bekannt ſind. Beide werden in großer Menge in der Färberei angewandt und daher in ſehr bedeutender Menge fabricirt. Auf ihre Eigenſchaften und Dar-

ſtellungsweiſe komme ich im nächſten Briefe zurück; den heutigen ſollen ein paar Aufgaben beſchließen

1) Wie viel Procent a. Thonerde, b. ſchwefelſaure Thonerde enthält der Kalialaun?

2) Wie viel Procent Waſſer enthält derſelbe? Wie viel Procent der Natronalaun?

3) Man will 1 Pfund 18 Loth einer Flußſäure von 20% Waſſergehalt darſtellen; wie viel Schwefelſäure und wie viel Flußſpath iſt dazu erforderlich und in wie viel Waſſer iſt die Säure aufzufangen?

62. Brief.

Eigenschaften des Alauns. Darstellungsweise desselben. Pyrophor. Darstellung und Eigenschaften der Thonerde. Thonerdesilicate und weitere Verbindungen des Aluminiums. Löthrohrreaction der Thonerde und der Manganverbindungen. — Antworten.

Der Kalialaun ist, wie du weißt, in kochendem Wasser sehr bedeutend leichter löslich als in kaltem: 100 Theile Wasser lösen bei 10° nur 9½ Theile, bei 100° 357½ Theile auf. An der Luft verwittert er oberflächlich, beim Erhitzen löst er sich zuerst in seinem Krystallwasser auf, verliert dieses darauf und wird zu gebranntem Alaun, der in der Medicin als sehr gelindes Beizmittel angewandt wird. Er löst sich dann nur schwierig in Wasser. Beim heftigen Glühen wird er in schwefelsaures Kali und Thonerde zersetzt, während schweflige Säure und Sauerstoff entweichen. Den Versuch kannst du anstellen und dich überzeugen, daß der nur gelinde erhitzte Alaun sich ganz in Wasser löst, während der stark geglühte an Wasser nur schwefelsaures Kali abgiebt, während Thonerde in Gestalt eines weißen Pulvers zurückbleibt.

Der Ammoniakalaun hinterläßt beim Glühen reine Thonerde, da das Ammoniumoxyd, wie du schon von früher weißt, und dessen Schwefelsäure beide flüchtig sind. Er giebt daher nach dem Glühen an Wasser nichts ab — ein sehr bequemes Unterscheidungsmittel für diese beiden Alaune.

Die fabrikmäßige Darstellung des Alauns geschieht auf verschiedene Weise.

1) Man verfährt wie du es gethan, indem man aus geeignetem Thone die schwefelsaure Thonerde darstellt, diese mit dem Kalisalze mischt und das erhaltene Krystallmehl durch Krystallisation reinigt.

2) Man glüht an der Luft den natürlich vorkommenden Alaunstein und laugt ihn dann aus. Dieses Mineral enthält nämlich wasserfreien Alaun mit einem Ueberschuß von Thonerdehydrat, und giebt an Wasser den Alaun ab, wenn das Thonerdehydrat sein Wasser verloren hat, was durch das Glühen geschieht. Um das Auslaugen zu erleichtern, läßt man den geglühten Alaunstein an der Luft unter öfterem Befeuchten verwittern, worauf man eine heiße Lösung darstellt und in großen Kasten erkalten läßt. Der Alaunstein führt stets etwas Eisen bei sich, welches während des Processes oxydirt wird und sich in Gestalt von Eisenoxyd mechanisch dem Alaun beimengt. Beim Auflösen bleibt es zurück und man erhält keinen Eisenalaun in Lösung. Der auf andere Weise dargestellte Alaun dagegen ist meist mit etwas Eisenalaun verunreinigt und also trotz seiner Farblosigkeit (s. o. Eisenalaun) unreiner, als der gelbe Alaun aus dem Alaunstein. Letzterer wird namentlich bei Tolfa in Italien gewonnen und ist als „römischer Alaun“ sehr geschätzt; man mischt häufig anderen Alaunen etwas Eisenoxyd oder Bolus bei, um ihnen dasselbe Aussehen zu geben, allein es versteht sich wohl von selbst, daß er dadurch seinen chemisch gebundenen Eisengehalt behält, der bei seiner Verwendung in der Färberei sehr nachtheilig wirkt. Da man immer nur klare Lösungen von Alaun anwendet, so hat man sich also zu überzeugen, ob diese Eisen enthalten. Du wirst später erfahren, wie dies geschieht.

3) Statt die schwefelsaure Thonerde mittelst Schwefelsäure aus dem gebrannten Thon darzustellen, wendet man in den meisten Fällen ein anderes Verfahren an, welches in dem Rösten des sogenannten Alaunerzes oder Alaunschiefers besteht. Diese Gesteine enthalten nämlich kieselsaure Thonerde und Schwefelkies und finden sich sehr häufig in Gesellschaft von Braunkohle. Du weißt, daß man beim Rösten des Eisenkieses schweflige Säure erhält, neben schwefelsaurem Eisenoxydul (oder Eisenoxyd); diese wirkt nun auf die kieselsaure Thonerde in Gegenwart der atmosphärischen Luft so ein, daß jene unter Abscheidung von Kieselsäure zerlegt wird und die Thonerde sich mit der entstehenden Schwefelsäure verbindet. Man erhält also Eisenvitriol (gemischt mit dem Oxydsalz), schwefelsaure Thonerde und freie Kieselsäure. Zugleich entsteht aus der Asche der Braunkohle etwas kohlensaures Kali, welches durch einen Theil der Schwefelsäure in schwefelsaures Kali übergeführt wird. Nach Beendigung des Röstens wird die Masse ausgelaugt, wobei ein Theil des Eisens als basisches Oxydsalz im Rückstand bleibt; von dem Gelösten läßt man zuerst den Eisenvitriol größtentheils auskrystallisiren, und führt das Uebrige durch Oxydation möglichst in unlösliches basisches Salz über. In die Lösung

bringt man ſo viel ſchwefelſaures Kali (oder für den Ammoniakalaun ſchwefelſaures Ammoniumoxyd), als noch zur Bildung von Alaun fehlt, worauf dieſer als Kryſtallmehl zu Boden fällt, um durch Auflöſen und Umkryſtalliſiren gereinigt zu werden.

Statt ſchwefelſaures Kali ſetzt man auch häufig doppelt ſchwefelſaures Kali (Rückſtand von der Salpeterſäuregewinnung) mit Potaſche oder, bei Gegenwart von viel Eiſenvitriol, auch wohl Chlorkalium zu; im letzteren Falle bildet ſich Eiſenchlorür und ſchwefelſaures Kali.

Die Umkryſtalliſation des Alaunkryſtallmehls aus heißem Waſſer nimmt man in ſehr großen, etwas koniſchen Cylindern aus mit Wachs überzogenen Dauben vor, worin ſich eine dicke Kruſte von Alaunkryſtallen anſetzt, die ſo ſtark iſt, daß man die Gefäße auseinandernehmen und aus dem Kryſtallcylinder die Mutterlauge auslaufen laſſen kann. Der Alaun kommt daher in großen hohlen Cylindern in den Handel, die meiſt ohne weitere Verpackung verſandt werden.

Wenn man den Alaun aufs innigſte mit einer organiſchen Subſtanz miſcht und glüht, ſo wird das ſchwefelſaure Kali zu Schwefelkalium reducirt und zugleich durch die vorhandene ſchwefelſaure Thonerde und Kohle aufs äußerſte fein zertheilt; in dieſem Zuſtande oxydirt es ſich an der Luft ſo leicht und ſchnell, daß die dabei entwickelte Hitze die Maſſe zum Glühen bringt. Du erhältſt dieſen „Pyrophor" am leichteſten folgendermaßen. Miſche grobgepulverten Alaun mit dem dritten Theile ſeines Gewichts Zucker und erhitze das Gemiſch in einer ſteinernen Schale, unter fleißigem Umrühren. Es wird ſich Alles in dem vorhandenen Waſſer auflöſen, und wenn dieſes verdampft, zu einer dicken Maſſe vertrocknen. Dieſe iſt ſo lange zu erhitzen, bis kein Dampf mehr entweicht, und dann nach dem völligen Erkalten zu pulvern. Fülle das feine Pulver in ein Medicinfläſchchen und ſtelle dieſes, mit Sand umgeben, in einen heſſiſchen Tiegel, der im Kohlenfeuer zur Glühhitze zu erhitzen iſt. Wenn das nach einiger Zeit erſcheinende Kohlenoxydflämmchen ein paar Minuten gebrannt hat, ſo verſchließe die Flaſche mit einem aus Kreide geſchnittenen Pfropf und laſſe Alles zuſammen erkalten. Wenn du den Inhalt der Flaſche dann aus einiger Höhe durch die Luft fallen läſſeſt, ſo wirſt du einen Funkenregen erhalten, indem jedes Körnchen zum Erglühen kommt, wie vorhin erklärt. Verkorkſt du die Flaſche nach dem Erkalten ſorgfältig, ſo kannſt du den Pyrophor beliebig aufbewahren, wenn ſie anders nicht während der Operation geſprungen iſt.

Außer, wie ſchon erwähnt, in der Färberei (worüber ein anderes Mal) wird der Alaun beſonders in der Weißgerberei, als Arzneimittel und zu vielen anderen Zwecken angewendet. Unter anderem kann man in vielen Fällen ihn zum Klären des Waſſers brauchen, indem ſich die trübenden Subſtanzen, wenn ſie organiſcher Natur ſind, ſchon beim Er-

wärmen mit einer sehr geringen Menge Alaun in großen Flocken ausscheiden und absetzen.

Aus den löslichen Alaunerdesalzen fällen Kali, Natron und die Kohlensäuresalze derselben einen weißen flockigen Niederschlag von Thonerdehydrat, letztere unter Entweichen der Kohlensäure, weil sich die Thonerde nicht mit der Kohlensäure verbindet. Dieser Niederschlag ist in einem Ueberschuß von kaustischem Kali oder Natron leicht löslich und wird daraus durch Kochen nicht wieder ausgefällt. Du kannst diese Versuche sowohl mit Alaunlösung, wie mit einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde vornehmen, und dann eine etwas größere Menge von Thonerdehydrat durch Ausfällen von Alaunlösung mit kohlensaurem Natron darstellen. Es wird hierdurch indessen nicht völlig reine Thonerde erhalten, sondern es muß der erhaltene und wiederholt ausgewaschene Niederschlag nochmals in Salzsäure gelöst und die Lösung abermals mit Soda oder besser mit kohlensaurem Ammon ausgefällt werden. Er zeigt dann ein der gefällten Kieselsäure ähnliches Aussehen und trocknet beim Erhitzen zu einer gummiähnlichen Masse, die beim Glühen reine Thonerde giebt, welche ein weißes Pulver darstellt. Auch durch Vermischen der schwefelsauren Thonerde mit kohlensaurem Natron, Glühen des Gemisches und Auslaugen des Productes kann man sehr reine Thonerde bekommen, so wie auch durch starkes Glühen des Ammoniakalauns. Du weißt schon, daß die Thonerde in der Natur auch krystallisirt vorkommt. Sie schmilzt nur im Knallgasgebläse und bildet dann eine Substanz, die dem natürlichen Saphir und Rubin vollkommen gleicht, wenn man die färbenden Substanzen zugesetzt hat.

Im Uebrigen ist die Thonerde nach dem Glühen in allen Säuren unlöslich; ungeglüht löst sie sich in Säuren und in Alkalien auf; mit letzteren bildet sie krystallisirbare Verbindungen, in welchen die Thonerde, die eine sehr schwache Basis ist, offenbar die Rolle einer Säure spielt.

Die krystallisirte Thonerde ist durch ihre Härte ausgezeichnet; sie wird darin nur vom Diamant übertroffen.

Die Thonerde hat so schwach basische Eigenschaften, daß sie in ihren Salzen nicht im Stande ist, die sauren Reactionen der Säuren zu vernichten. Dem entsprechend reicht selbst eine geringe Anziehung anderer Körper hin, um sie aus ihren Salzen auszuziehen. Es genügt dazu bei verdünnten Lösungen häufig schon die Flächenanziehung des Papiers, die Erhitzung, und das Wasser, und sie wird daher, namentlich aus basischen Salzen, schon durch Eintauchen organischer Faserstoffe, wie z. B. Baumwolle, weggenommen. Alaunlösung löst metallisches Eisen unter Entwickelung von Wasserstoff auf, und verhält sich in noch manchen anderen Fällen wie verdünnte Schwefelsäure.

Von den Verbindungen der Thonerde mit der Kieſelſäure habe ich dir ſchon im Allgemeinen geſprochen; die wichtigſten derſelben für die techniſche Anwendung ſind die bereits erwähnten Thone. Sie dienen je nach dem Grade ihrer Reinheit zur Fabrikation der verſchiedenen Thonwaaren. Die weſentliche Eigenſchaft der Thone iſt nämlich ihre Plaſticität, d. h. ihre Bildſamkeit im friſchen Zuſtande, beim Zuſatz von Waſſer, und die Feſtigkeit und Dichtigkeit, welche ſie durch Brennen erlangen. Je reiner die Thone ſind, deſto unſchmelzbarer ſind ſie; ſie geben daher, wenn ſie nicht mit ſchmelzbaren Beſtandtheilen vermengt ſind, nach dem Glühen ſtets eine poröſe, waſſerdurchlaſſende Maſſe, die beim Gebrauche den Ueberzug mit einer geſchmolzenen glasartigen Subſtanz (Glaſur) erfordert. Geſchieht dies nicht, ſo muß dem reinen Thone ein ſchmelzbares Silicat zugeſetzt werden, damit das Ganze in einen halbgefloſſenen, völlig dichten Zuſtand übergeht, wie ihn das ächte Porzellan zeigt.

Von den übrigen Verbindungen habe ich noch des Chloraluminiums, Al_2Cl_3, Erwähnung zu thun, welches eben ſo dargeſtellt wird, wie das Chromchlorid, und welches man zur Darſtellung des Aluminiums benutzt, indem man es mittelſt Natrium zerſetzt.

Eine Verbindung, welche als weſentlichen Beſtandtheil Thonerde enthält, iſt endlich das Ultramarin, deſſen Beſtandtheile außerdem Kieſelſäure, Schwefelſäure, Schwefel und wahrſcheinlich Schwefelaluminium ſind. Dieſe prächtig blaue Subſtanz findet ſich in der Natur und wird auch in großen Maſſen künſtlich dargeſtellt, ohne daß man bisher ermitteln konnte, welches der färbende Beſtandtheil deſſelben iſt.

Vor dem Löthrohr wirſt du die Thonerde für ſich völlig unſchmelzbar finden; mit Borax ſowohl, wie mit Phosphorſalz wird ſie ſich, obwohl ſehr langſam, zum klaren Glaſe auflöſen, das beim Abkühlen ſich nicht verändert. Verſuchſt du ſie mit Soda zuſammenzuſchmelzen, ſo verbindet ſie ſich zwar zum Theil mit dieſer, aber die Verbindung ſchmilzt nicht; der Ueberſchuß von Soda zieht ſich endlich in die Kohle.

Ich füge ferner das Verhalten der Manganverbindungen vor dem Löthrohr hinzu, die du entweder mit Manganoxyd oder mit irgend einer andern Manganverbindung hervorbringen kannſt. Schon bei einem ſehr geringen Zuſatze wird die Borarperle im Oxydationsfeuer amethyſtfarbig; ein etwas größerer Zuſatz macht das Glas undurchſichtig und ſchwarz erſcheinen. Platt gedrückt aber zeigt es ſich durchſichtig und violett.

Auf Kohle und unter Zuſatz von etwas Zinn wird die Perle im Reductionsfeuer farblos.

Die Phosphorsalzperle wird zwar eben so, aber weniger intensiv gefärbt und wird im Reductionsfeuer leichter farblos. Bringst du etwas Soda und Salpeter auf dem Platindraht zum Schmelzen, und setzest alsdann auch nur die geringste Menge einer Manganverbindung hinzu, so wird die Masse grün und erscheint nach dem Erkalten blaugrün. Es ist gleichgültig, ob sie dazu im Reductionsfeuer oder im Oxydationsfeuer erhitzt wird, da der Salpeter immerhin eine Oxydation bewirkt, in deren Folge das grüne manganſaure Kali entsteht.

Bei dieser Gelegenheit will ich das Nöthige über dieses merkwürdige Salz nachholen; du weißt, daß es die Formel KO, MnO_3 hat. Es entsteht jedesmal, wenn eine Manganverbindung mit Kali unter Luftzutritt, oder in Gegenwart von Oxydationsmitteln geschmolzen wird. Stelle eine etwas größere Menge davon durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen Kalihydrat und Braunstein in einem offenen Tiegel dar. Beim Auslaugen der erkalteten Masse wirst du eine grüne Lösung des Salzes erhalten, die sich von dem braunen Rückstand leicht abgießen (1) läßt (eben so kann man manganſaures Natron und Baryt erhalten). Beim Behandeln des Manganſäuresalzes mit einer stärkeren Säure wird die Manganſäure nicht abgeschieden, sondern sie zersetzt sich in Uebermanganſäure und Superoxyd : $3\ MnO_3 = Mn_2O_7 + MnO_2$.

Schon durch die Kohlensäure der Luft wird das manganſaure Kali in dieser Weise zersetzt, und da die Lösung der Uebermanganſäuresalze und der Säure selbst roth gefärbt ist, so verwandelt sich die grüne Farbe des manganſauren Kali's allmälig an der Luft in eine rothe. Du kannst dich davon leicht überzeugen, wenn du die vorhin dargestellte, etwas verdünnte Lösung des Salzes in einem etwas hohen Gefäße offen stehen lässest. Du wirst erst eine violette, dann eine rothe Farbe erscheinen sehen, und endlich wird auch diese verschwinden, indem sich auch die Uebermanganſäure unter Sauerstoffabgabe in Superoxyd verwandelt, welches zu Boden fällt, indem nur kohlensaures Kali in Lösung bleibt. Man nennt das manganſaure Kali wegen dieser Farbenveränderung „mineralisches Chamäleon". Du wirst nicht unterlassen, diesen hübschen Versuch anzustellen. Dieselbe Farbenveränderung wird in kurzer Zeit auch durch Zusatz einer Säure, wie z. B. Schwefelsäure, hervorgebracht werden.

---

(1) Nicht filtriren; denn das manganſaure Kali wird durch Berührung mit organischen Stoffen reducirt.

Schließlich die Antworten auf die letzten Aufgaben :

1) a. 10,83%; b. 36,11%.

2) a. 45,51%; b. 47,10%.

3) 2 Pfund 14 Loth Flußſpath; 3 Pfund 2 Loth Schwefelſäure; 10 Loth Waſſer.

Ich zweifle nicht, daß du dieſe leichten Aufgaben richtig gelöſt haben wirſt.

63. Brief.

:ltene Erden. Namen und Vorkommen; Beiſpiele von Formeln verwickelter Art. — Darſtellung von reinem Silber und von Manganoxydulſalzen für ſpätere Verſuche.

Der Vollſtändigkeit wegen kann ich nicht umhin, heute deine Aufmerkſamkeit auf die Oxyde einiger ſeltener Metalle zu lenken, welche mit der Thonerde eine große Aehnlichkeit beſitzen und mit derſelben zu einer Klaſſe, nämlich zu der der ſogenannten Erden, gerechnet werden. Dieſe Oxyde finden ſich als Beſtandtheile einiger weniger, nur ſpärlich vorkommender Mineralien, und ſind alſo nur für den Mineralogen und für den Chemiker von Fach von beſonderem Intereſſe. Es ſind folgende:

Die Beryll- oder Glycinerde, das Oxyd des Berylliums, von der Formel Be_2O_3 oder Gl_2O_3; ſie kommt in einigen Mineralien vor, deren Formel ich dir hierher ſchreiben will, damit du einmal die verwickelte Zuſammenſetzung ſolcher Mineralien kennen lernſt:

Beryll: Al_2O_3, $2\,SiO_3$ + Be_2O_3, $2\,SiO_3$,

Euklas: Be_2O_3, SiO_3 + $2\,Al_2O_3$, SiO_3,

Helvin:

$3\,(MnS, MnO + 3\,MnO, 2\,SiO_3) + (2\,Be_2O_3, 3\,SiO_3 + Fe_2O_3, SiO_3)$.

Die Beryllerde gleicht der Thonerde in den meiſten Beziehungen; ſie wird indeſſen, wie das Chromoxyd, aus ihrer Löſung in Kali durch Kochen wieder ausgefällt.

Die kryſtalliſirte, ſchön grün gefärbte Varietät des Berylls iſt der Smaragd.

Die Zirkonerde findet ſich als Silicat in dem Minerale Zirkon (Zr_2O_3, SiO_3); ſie unterſcheidet ſich von der Thonerde hauptſächlich

durch die Nichtlöslichkeit ihres Hydrats im Ueberſchuß von Kalilauge. Der Zirkon verdankt ſeine rothe Farbe vermuthlich einer geringen Beimengung von Eiſenoxyd.

Die Oxyde des Ceriums, Lanthans und Didyms finden ſich gemeinſchaftlich als Silicate in einigen Mineralien, namentlich in dem Cerit. Die drei Oxyde weichen weſentlich von den bisher erwähnten ab, indem ihre Formel der Zuſammenſetzung MO entſpricht; nur das Cerium hat auch ein Oxyd von der Formel Ce_2O_3.

Die Trennung dieſer drei Oxyde gehört zu den ſchwierigſten Aufgaben der analytiſchen Chemie, und du wirſt es mir Dank wiſſen, wenn ich dir von dieſer wenig erquicklichen Geſellſchaft von Metallen weiter nichts mehr erwähne, als daß man von derſelben Klaſſe von Erden auch noch die Thorerde, die Yttererde, die Erbinerde und die Terbinerde, die Oxyde des Thoriums, Yttriums, Erbiums und Terbiums kennt, und daß, wenn man über mehre Unterſcheidungsmerkmale dieſer Körper noch etwas im Dunkeln iſt, der Grund hiervon wohl hauptſächlich darin liegt, daß es immer ſehr ſchwierig iſt, bei der Seltenheit ihres Vorkommens größere Mengen derſelben darzuſtellen.

Ich werde mich jetzt zu einem Metall wenden, welches weit intereſſanter und wichtiger als die genannten alle zuſammen ſind, nämlich zum Silber. Ehe ich aber mit der Aufzählung der Eigenſchaften und der Erſcheinungen beginne, die daſſelbe uns zur Beobachtung bietet, muß ich dich mit der Methode bekannt machen, nach welcher du daſſelbe aus ſeiner Legirung mit Kupfer rein darzuſtellen haſt, damit du durch dieſes letztere Metall bei deinen Verſuchen mit Silber nicht geſtört werdeſt.

Nimm eine möglichſt ſilberhaltige Silbermünze und löſe dieſelbe durch Behandeln mit reiner Salpeterſäure auf; die erhaltene, wenn nothwendig filtrirte grüne Löſung, verſetze mit einer Löſung von Kochſalz und füge noch ein paar Tropfen Salpeterſäure hinzu. Es wird ſofort ein käſiger, weißer Niederſchlag von Chlorſilber entſtehen, der ſich nach dem Erhitzen der Flüſſigkeit zum Kochen (in einem Kolben) leicht und vollſtändig abſetzt. Bleibt die Flüſſigkeit milchig, ſo iſt dies ein Beweis, daß das Silber noch nicht vollſtändig ausgefällt iſt und daß alſo noch etwas Kochſalz und einige Tropfen Salpeterſäure zugeſetzt werden müſſen. Ohne Zweifel ſetzt ſich dann nach dem Erhitzen das Chlorſilber ganz ab und läßt die überſtehende Löſung völlig klar. Du kannſt ſie behutſam abgießen und den Rückſtand wiederholt mit Waſſer auskochen; dieſes Auswaſchen erfordert nicht das Abfiltriren, weil das Chlorſilber ſich nicht mehr der Flüſſigkeit beizumiſchen pflegt. Bringe nach wenigſtens 5—6maligem Auskochen das Chlorſilber mittelſt wenig Waſſer und mit Hülfe der Spritzflaſche in eine kleine Schale, theile es in zwei

Theile, wovon du den kleineren in ein anderes Gläschen spülst, und übergieße dann das Chlorsilber in der Schale mit etwas verdünnter Salzsäure. Lege ferner darein ein Stückchen Zinkblech, etwa von der Größe des angewandten Silberstückes, und überlasse das Ganze, vor Staub geschützt, sich selbst. Zu der geringeren Menge Chlorsilber setze etwas kohlensaures Natron, Wasser und etwas Milchzucker oder Honig und erhitze die Mischung dann während einiger Zeit zum Sieden. Du wirst das Chlorsilber, das ohnehin schon grau geworden war, völlig dunkel werden und endlich ein schweres Pulver von fast schwarzer Farbe sich zu Boden setzen sehen; filtrire es, wenn sich das Gemisch nicht weiter verändert, ab, wasche es wiederholt mit heißem Wasser und trockene es sorgfältig. Ein solches Pulver, aber zu einer schwammigen Masse vereinigt, wirst du sehr bald aus dem Chlorsilber entstanden finden, welches mit Zink und Salzsäure in Berührung war. Sammle dieses, aber erst nach ein paar Tagen, auf ein Filter, spüle auch das übrige Zink, um nichts zu verlieren, in das Filtrum ab, und wasche das erhaltene Silberpulver auf dem Filtrum wiederholt mit heißer, etwas verdünnter Salzsäure aus und trockene es dann ebenfalls mit dem Filtrum. Beide Pulver sind reines Silber, auf das ich demnächst zu sprechen kommen werde; heute will ich damit noch nicht beginnen, da du es doch erst nach einigen Tagen fertig haben kannst.

Ich will dir lieber einen Weg angeben, reines Manganchlorür darzustellen, dessen du später bedürfen wirst, um die Kennzeichen des Manganoxyduls und seine Unterscheidungsmerkmale von anderen Basen zu studiren. Man kann, ohne ein solches Verfahren, wie ich es dir jetzt beschreiben werde, nicht so leicht das Salz rein und namentlich frei von Eisen erhalten. Du würdest also später die Reactionen stets durch die des Eisens gestört sehen, und ohnehin ist diese Reinigung durch die dabei vorkommende Trennungsmethode von Eisenoxydul und Manganoxydul höchst belehrend; zu dieser Arbeit brauchst du einige Zeit und kannst also das Präparat fertig haben, wenn wir es bedürfen.

Eine beliebige Menge Braunstein erhitze zuerst mit etwas verdünnter Salpetersäure und wasche die abfiltrirte Masse ebenfalls mit verdünnter Salpetersäure aus; dadurch wird besonders der meist vorhandene kohlensaure Kalk vorläufig entfernt; dann vermische den so gereinigten Braunstein mit Salzsäure zu einem dünnen Brei und erhitze denselben in einer Schale über freiem Feuer so lange, bis kein Chlor mehr entweicht. Sollte zu viel Salzsäure zugesetzt sein, so setze noch etwas Braunstein zu und fahre damit und mit dem Erhitzen fort, bis die Masse keine überschüssige Säure mehr enthält. Dann lasse sie erkalten und koche mit Wasser aus; du wirst eine mehr oder weniger röthlich gefärbte Lösung erhalten, welche vorzüglich Manganchlorür und

Eisenchlorid enthält. Du kannst auch, statt eine Lösung auf diese Weise zu bereiten, diejenige anwenden, welche du (s. S. 185) bei der Darstellung des Chlors aus Braunstein schon früher erhalten hast; dieselbe ist aber allerdings nicht von Kalk frei. Diese Basis stört indessen die weiteren Versuche nicht so, daß ihre Entfernung durchaus nöthig wäre. Eben so kannst du den Rückstand von der Darstellung der schwefligen Säure benutzen; er muß jedoch erst mittelst einer Säure in ein Manganoxydulsalz verwandelt und aufgelöst werden. Theile dieselbe in zwei etwa gleiche Theile, und fälle in dem einen durch eine Lösung von Soda das kohlensaure Manganoxydul- und das Eisenoxydhydrat aus; ersteres, welches sich im reinen Zustande vollkommen weiß zeigt, wird hier aber mit einer braunen, vom Eisenoxyd herrührenden Farbe gefällt werden.

War ein Ueberschuß von Säure vorhanden, so wird derselbe unter brausendem Entweichen der Kohlensäure erst neutralisirt, ehe der Niederschlag zu erscheinen anfängt. Nimmt dieser durch einen weiteren Sodazusatz nicht mehr zu, so ist er abzufiltriren und mehre Male mit Regenwasser auszuwaschen, wozu das Wasser zweckmäßig jedesmal zum Sieden erhitzt wird. Unterdessen setze zu der anderen Hälfte der Lösung etwas Sodalösung, und zwar so viel, bis eben die etwa überschüssige Säure neutralisirt und eine ganz kleine Menge Niederschlag entstanden ist, welcher auch beim Umrühren nicht wieder verschwindet. Ist dies nun der Fall, so setze ganz allmälig ein paar Tropfen verdünnte Salzsäure zu, aber nicht mehr, als gerade zum Wiederauflösen des Niederschlages beim Umrühren erforderlich ist. Wenn dieser gerade verschwunden ist, so füge der Lösung noch ein paar Tropfen Soda zu, um eine Spur des Niederschlages wieder erscheinen zu lassen und bringe den braunen Niederschlag von kohlensaurem Manganoxydul und Eisenoxydhydrat, mit etwas Wasser angerührt, zu dieser klaren Lösung; am leichtesten geschieht es durch Durchstoßen des Filtrums mit einem Glasstäbchen und Nachspülen des Inhaltes in das untergesetzte Gefäß mittelst der Spritzflasche. Dann lasse die ganze Masse unter häufigem Umrühren bis zum anderen Tage stehen; du wirst den darin schwimmenden Niederschlag allmälig heller und endlich völlig weiß werden sehen. Es löst sich nämlich das Eisenoxydhydrat nach und nach auf und fällt eine äquivalente Menge Manganoxydulhydrat aus, welches sich mit dem vorhandenen vereinigt; die Farbe wird indessen bald auch wieder bräunlich, weil das ausgeschiedene Manganoxydulhydrat sich selbst an der Luft höher oxydirt. Diese Wechselwirkung der beiden Oxyde erreicht natürlich ihr Ende, wenn alles Eisen des Niederschlages verschwunden ist und ohne daß darum alles Mangan aus der Lösung entfernt wäre. Nach einigen Stunden wirst du also den Niederschlag abfiltriren und wiederholt und

so lange mit süßem Regenwasser auswaschen, bis einige Tropfen der durchlaufenden Flüssigkeit beim Verdampfen auf einem Glasstabe keinen Rückstand mehr hinterlassen. Dann löse denselben in möglichst wenig verdünnter Salzsäure auf und stelle aus der Lösung Krystalle dar, die durch Erkalten zu erhalten sind und entweder farblos oder blaß rosenroth erscheinen.

Um aus der abfiltrirten Lösung das darin enthaltene Manganoxydul noch zu gewinnen, kannst du folgendermaßen verfahren. Dampfe sie auf ihr halbes Volum ein und setze dann eine nicht zu geringe Menge kohlensauren Baryt hinzu, von welchem du wohl noch etwas haben wirst. In Ermangelung eines Vorrathes davon kannst du auch kohlensauren Kalk oder Kreide nehmen, oder überhaupt den Versuch nur mit einem Theil der Lösung anstellen. Der kohlensaure Baryt oder Kalk muß vor dem Zusetzen mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt sein und dann mit der Lösung längere Zeit unter Erwärmen und Umrühren stehen bleiben, damit die Einwirkung recht vollständig geschieht. Du wirst den weißen Niederschlag nach und nach braun werden sehen, indem der Baryt oder Kalk an die Stelle des Eisenoxyds tritt und dieses als Hydrat fällt, während zugleich salzsaurer Baryt oder Kalk entstehen, die in die Lösung gehen. Das Manganoxydul wird aber nicht gefällt und du erhältst also nach einiger Zeit in der zu filtrirenden Lösung reines Manganchlorür. Dasselbe kann indessen noch etwas Eisen enthalten, wenn der angewandte Braunstein zu unrein war; denn es ist ja der Eisengehalt dieser Lösung durch den ersten Theil des Verfahrens verdoppelt worden. Wenn du Grund zu vermuthen hast, daß zu viel Eisen in dem Braunstein vorhanden war, so thust du daher besser, eine neue Menge zu diesem Versuch zu verwenden und lieber diese allzu eisenhaltige Lösung zu verwerfen. In jedem Falle ist sie nach der Behandlung mit kohlensaurem Baryt auch noch auf ihren etwaigen Eisengehalt zu prüfen. Ist kein Eisen mehr zugegen, so bleibt das Barytsalz auch nach längerem Erwärmen rein weiß, während es im anderen Falle sich bräunlich färbt.

Auch auf die bei der Darstellung des Sauerstoffes erhaltene Lösung von schwefelsaurem Manganoxydul (s. S. 179) kann man diese Reinigungsmethode anwenden. Wegen der Schwerlöslichkeit des schwefelsauren Kalkes und Barytes ist aber dafür die erstere vorzuziehen. Willst du die Zeit darauf verwenden, so magst du auf diese Weise auch reines schwefelsaures Manganoxydul darstellen, welches vor dem Chlorür noch den Vorzug hat, leichter in Krystallform erhalten werden zu können. Zu den Versuchen aber, die du später anzustellen hast, ist es gleichgültig, welches von diesen beiden Salzen du nimmst.

Hiermit will ich dieſen Brief ſchließen, da ich an dieſe Mittheilungen augenblicklich nichts anzuknüpfen habe. Ich fahre in meinem nächſten Briefe in unſerem Gange weiter fort.

Die geringen Mengen verſchiedener Stoffe, welche du noch nicht beſitzeſt und zu den nächſten Verſuchen nöthig haſt, brauchſt du nicht vorher zu beſchaffen, ſondern du kannſt damit bis zu den Angaben meines nächſten Briefes warten.

---

64. Brief.

Silber. Eigenſchaften; Löthrohrprobe, Abtreiben ſilberhaltigen Bleies; Verhalten zu Säuren. Silberoxyd; kohlenſaures Silberoxyd; Chlorſilber, Reduction deſſelben; Schwefelſilber; ſalpeterſaures Silberoxyd, Fällung des Silbers daraus. Verſchiedene Verbindungen des Silberoxyds mit Phosphorſäure. Löthrohrproben auf Silber.

Das neulich dargeſtellte

Silber

Ag = 108,1

iſt in dem feinpulverigen Zuſtande, wie du es durch Reduction des Chlorſilbers erhalten haſt, eine graue ſchwammige Maſſe; aber ſchon unter dem Fingernagel nimmt es ſehr leicht mehr Zuſammenhang, eine ſchöne reinweiße Farbe und einen hellen metalliſchen Glanz an; am beſten aber kannſt du es durch Schmelzen vor dem Löthrohr auf der Knochenaſche zu einem Kügelchen vereinigen, welches weder von der Oxydationsnoch von der Reductionsflamme im Geringſten verändert wird.

Daraus geht ſchon die eine Eigenſchaft dieſes Metalles hervor, daß es ſich in der Hitze nicht oxydirt, und ich füge noch hinzu, daß ſein Oxyd ſogar durch bloße Einwirkung der Hitze reducirt wird. Demnach gehört das Silber, wie das Queckſilber, zu den edlen Metallen. Ohne Zweifel wirſt du, wenn du nicht allzu wenig Silber angewandt haſt, beim Erſtarren der geſchmolzenen Kugel eine eigenthümliche Bewegung, begleitet vom Hervortreten eines kleinen Körnchens aus dem Silber wahrnehmen. Es rührt dieſe Erſcheinung, die ſich bei größeren Mengen des Metalls als eine Gasentwickelung zeigt, von der Eigenthümlichkeit des Silbers her, während des Schmelzens an der atmoſphäriſchen Luft Sauerſtoff aufzulöſen und denſelben, ohne daß eine chemiſche Verbindung damit vorginge, im Erſtarrungsmomente wieder entweichen zu laſſen. Da hierdurch meiſtentheils ein Theil des geſchmolzenen Metalles fortgeſchleudert wird, ſo nennt man dieſe Erſcheinung das *Spratzen des Silbers.*

Die Quantität des absorbirten Sauerstoffs kann bis zum 22fachen des Volums des geschmolzenen Silbers gehen.

Lasse nun ein Körnchen Blei auf der Knochenasche-Kapelle vor der Löthrohrflamme schmelzen und setze etwas Silber, etwa ein Körnchen von der Größe eines halben Stecknadelknopfes zu; es kann dieses auch gewöhnliches, kupferhaltiges Silber sein; es wird sofort mit dem Blei zusammenschmelzen und du hast dann die Oxydation des Bleies durch die äußerste oder innerste Löthrohrflamme wie beim reinen Blei vorzunehmen. Ist etwa die Hälfte des Bleies oxydirt, oder wie man sagt, „abgetrieben", so lasse Alles erkalten, bereite eine neue Kapelle von Knochenasche vor und bringe das sorgfältig mit einem kleinen Messer losgelöste Bleikörnchen auf die frische Kapelle zum weiteren Abtreiben. Dabei wird endlich auch die letzte Spur Blei oxydirt und das Bleioxyd löst auch die letzte Spur Kupfer als Oxyd mit auf, so daß das Silber in Gestalt eines kleinen glänzenden und nicht weiter veränderlichen Körnchens übrig bleibt.

Mittelst dieses einfachen Verfahrens kannst du dich überzeugen, daß das meiste Blei Spuren von Silber enthält. Es gehört dazu freilich das Abtreiben von nicht allzu kleinen Mengen Blei, und du wirst wegen der gebildeten Oxydmenge mehrmals die Kapelle zu wechseln haben, jedesmal aber am Ende ein Silberkörnchen erhalten und wäre es auch so klein, daß du es mit der Lupe suchen müßtest.

Auch in dem, wie früher beschrieben, aus dem Bleiglanz durch Behandeln mit Soda in der Reductionsflamme erhaltenen Blei wirst du in der Regel eine Spur Silber auf diese Weise auffinden können. Die Gewinnung eines großen Theils des Silbers gründet sich auf dieses Verhalten des silberhaltigen Bleies, und wenn wir nächstens von der Gewinnung der Metalle im Einzelnen sprechen, werde ich auch hierauf nochmals zurückkommen. Merke dir einstweilen die Thatsache, deren öftere Bestätigung ich dir ohnehin als eine treffliche Uebung im Gebrauche des Löthrohrs anempfehle, namentlich wenn du dazu das Blei erst aus dem Bleiglanz darstellst.

Das Silber ist durch seine Dehnbarkeit ausgezeichnet; sein specifisches Gewicht beträgt 10½; es ist weicher als Kupfer und härter als Gold; schon durch einen geringen Zusatz von Kupfer wird seine Härte bedeutend erhöht, weshalb man zu Münzen und Geschirren nie reines Silber, sondern stets eine Legirung von viel Silber mit wenig Kupfer verarbeitet. Das Silber schmilzt in der Weißglühhitze (annähernd bei 1000° C.); es wird auch nicht beim Schmelzen mit salpetersaurem Kali oder kaustischem Kali oxydirt, und man wendet daher zum Schmelzen des kaustischen Kali's Silbertiegel an; dagegen veranlaßt die Gegenwart von

kieſelſauren Alkalien die Bildung von Silberoxyd, welches ſich dann mit der Kieſelſäure verbindet.

Das Silber wird, wie du dich leicht überzeugen kannſt, weder von verdünnter Schwefelſäure noch von Salzſäure angegriffen; concentrirte Schwefelſäure bildet aber damit beim Erhitzen ſchweflige Säure und ſchwefelſaures Silberoxyd. Salpeterſäure wird ſchon bei gewöhnlicher Temperatur zerſetzt, wie du bereits bemerkt haſt. Schwefelwaſſerſtoff wird ebenfalls ſchon bei gewöhnlicher Temperatur zerſetzt, indem ſich das Silber mit einer ſchwarzen Haut von Schwefelſilber überzieht und Waſſerſtoff frei wird. Du brauchſt nur eine blanke Silbermünze über ein Gefäß zu halten, in welchem ſich eine kleine Quantität Schwefelwaſſerſtoff entwickelt, um ſie ſofort braun oder ſchwarz werden zu ſehen. Hierauf beruht das Anlaufen des Silbers, wenn es der Luft ausgeſetzt wird, die aus verſchiedenen Urſachen häufig Spuren von Schwefelwaſſerſtoff enthält. Auch mit Chlor, Brom und Jod verbindet ſich das Silber ſchon bei gewöhnlicher Temperatur.

Das Silber verbindet ſich mit dem Sauerſtoff in drei Verhältniſſen; es intereſſirt uns aber nur das

Silberoxyd AgO.

Stelle aus deinem reinen Silber eine Löſung von ſalpeterſaurem Silberoxyd dar, verdampfe dieſelbe und laſſe ſich das Salz in (farbloſen) Kryſtallen abſetzen. Dieſe trockne nach dem Ablaufenlaſſen und Abſpülen der Mutterlauge mit Fließpapier ab, und hebe ſie in einem ſchwarz überzogenen Fläſchchen auf. Die übrige Mutterlauge kann zur Anſtellung der weiter folgenden Verſuche dienen, da ſich die Erſcheinungen ſchon mit einer ſehr verdünnten Löſung anſchaulich machen laſſen. Uebrigens rathe ich dir, alle Löſungen und Niederſchläge, welche ſilberhaltig ſind, auch bei ſehr geringer Menge dieſes Metalls, nicht wegzugießen, ſondern in einem eigenen Fläſchchen mit Salzſäure zu ſammeln; das ſich darin abſetzende Chlorſilber kann — wenn auch nach langer Zeit — wieder zur Wiedererlangung des verbrauchten Silbers dienen.

Beim Zuſatze von Kalilauge fällt das Silberoxyd als hellbrauner Niederſchlag aus, der nach dem Trocknen leicht bei weiterer Erhitzung in ſeine Beſtandtheile zerfällt; es geſchieht dies ſchon bei gewöhnlicher Temperatur im Sonnenlichte; du kannſt dich davon leicht durch den Metallglanz überzeugen, den das reducirte Silber beim Drücken mit einem glatten Körper annimmt. Die Verbindungen des Silberoxyds mit Säuren ſind alle giftig; ſie erleiden am Sonnenlicht eine Zerſetzung, in deren Folge metalliſches Silber unter Schwärzung ausgeſchieden wird.

Das Silberoxyd wird aus einer neutralen Lösung des salpetersauren Silberoxyds auch durch Ammoniak ausgefällt, löst sich aber im geringsten Ueberschuß des Fällungsmittels sofort wieder auf, und entsteht gar nicht, wenn freie Säure zugegen war, auch wenn diese durch Ammoniak weggenommen wird.

Das kohlensaure Silberoxyd fällt durch kohlensaures Kali aus dem salpetersauren Silberoxyd als schmutzigweißer Niederschlag aus; er ist ebenfalls in Ammoniak leicht löslich.

Das Chlorsilber entsteht, wie du schon weißt, als käsiger, weißer Niederschlag beim Zusatz von Salzsäure oder einem Chlormetall zu salpetersaurem Silberoxyd. Diese Substanzen fällen es schon aus den verdünntesten Lösungen irgend welcher Silberverbindungen. Der Niederschlag ist, wie du ebenfalls schon erfahren, in Salpetersäure ganz unlöslich, löst sich aber sehr leicht in Ammoniak auf. Setzest du zu dieser Lösung wieder eine Säure, so entsteht er wieder und so weiter. Du wirst bemerkt haben, daß auch diese Silberverbindung sich unter Abscheidung von metallischem Silber am Lichte schwärzt. Ist das Chlorsilber trocken, so wird hierbei Chlor frei, ist aber Wasser zugegen, so wird unter Sauerstoffentwickelung Salzsäure gebildet.

Das Chlorsilber ist, wie du mit einer kleinen Menge davon nachweisen kannst, in concentrirter Salzsäure, so wie in kochender Kochsalzlösung löslich; auch in unterschwefligsaurem Natron oder Kali ist es leicht löslich.

Das Chlorsilber kann durch verschiedene Mittel in metallisches Silber umgewandelt werden:

1) durch den Einfluß des Lichtes, jedoch nur langsam und unvollständig;

2) durch Reduction mit Zink, wie du schon selbst bemerkt hast;

3) durch Reduction mit Eisen oder Queckſilber. (In diesen Fällen findet eine einfache Vertretung des Silbers durch das andere Metall statt.)

4) Durch Kochen mit Soda in Gegenwart gewisser organischer Stoffe (z. B. Milchzucker, s. o.). In diesem Falle entsteht zunächst kohlensaures Silberoxyd und Chlornatrium, und dann wird das erstere durch die organische Substanz reducirt.

5) Durch Schmelzen mit kohlensaurem Kali, Natron oder Kalk; es bildet sich Chlor-Kalium, -Natrium oder -Calcium und es entweicht Sauerstoff und Kohlensäure.

Beim Zusammenschmelzen von Silber und Schwefel entsteht das Schwefelsilber. Dieselbe Verbindung erhältst du beim Einleiten von Schwefelwasserstoff in die Lösung des salpetersauren Silberoxydes als schwarzen Niederschlag.

Das salpetersaure Silberoxyd, dessen Darstellung du kennst, ist dasjenige Silbersalz, welches am meisten angewendet wird. Es dient theils in Lösung zur Nachweisung der Gegenwart von Salzsäure in einer Lösung, theils im geschmolzenen Zustand als Höllenstein in der Chirurgie zum Aetzen, theils zum Zeichnen der Wäsche als „chemische Dinte“. Auf der Haut bringt eine Lösung des salpetersauren Silberoxydes sehr bald einen schwarzen Fleck hervor, der erst nach längerer Zeit verschwindet, indem die Haut zerstört wird. Die Lösung wird dir sehr vortreffliche Dienste leisten, wenn du dir einmal die Finger irgendwie verbrennen solltest; wenn die Hautbeschädigung dabei nicht bis zur Entstehung von Wunden geht, so wird die Befeuchtung damit nicht allein augenblicklich den Schmerz lindern, sondern auch die Entstehung der so lästigen Blasen verhüten. Freilich wird die betreffende Stelle längere Zeit schwarz bleiben, doch ist es das beste von allen Mitteln, die ich in solchen Fällen erprobt habe.

Aus dem salpetersauren Silberoxyd kann man das Silber auf verschiedene Art metallisch abscheiden:

Löse z. B. etwas salpetersaures Silberoxyd in seinem 10fachen Gewichte reinen Wassers auf, bringe die Lösung in ein Fläschchen und hänge an dessen Pfropf ein Stückchen Phosphor von der Größe einer Bohne hinein: das Silber wird sich in glänzenden, schön gruppirten Blättchen an dem Phosphor niederschlagen.

Auch durch metallisches Kupfer wird das Silber auf ähnliche Weise niedergeschlagen:

Bringe einen Tropfen einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd mit etwa 30 Tropfen Wasser vermischt auf eine horizontal liegende Glasplatte oder einen eben solchen Schieferstein; lege dann einen recht blanken Kupferdraht in die Flüssigkeit: Nach einiger Zeit wird das Silber sich in feinen blattförmigen Verzweigungen metallischer Flitter niedergeschlagen haben. Auch durch Quecksilber wird das Silber aus dem salpetersauren Silberoxyde metallisch gefällt, legirt sich aber alsdann mit dem Quecksilber zu krystallinischem Silberamalgam. Um diese schöne Erscheinung zu bewirken, die unter dem Namen Dianenbaum bekannt ist, brauchst du nur eine kleine Menge des Silbersalzes in ihrem 10fachen Gewicht Wasser zu lösen, in eine Reagenzröhre zu gießen und einen Quecksilbertropfen von der Größe einer Erbse hineinzubringen; die Ausscheidung und Krystallisation des Amalgams wird in einigen Tagen vollendet sein. Auch durch manche organische Substanzen wird das Silber in seinen Lösungen reducirt und metallisch niedergeschlagen; geschieht dies bei gehöriger Verdünnung hinreichend langsam und ohne Gasentwickelung, so bildet das Silber auf den angewendeten Glasgefäßen einen spiegelnden Ueberzug. Es giebt verschiedene Vorschriften, nach welchen dieser

intereſſante Verſuch gelingen ſoll. Ich will dir zwei hier abſchreiben; du magſt ſie dann verſuchen: in einer Reagenzröhre iſt namentlich der Spiegel ſehr ſchön.

1 Theil Höllenſtein wird mit Ammoniak vermiſcht, bis der entſtehende Niederſchlag wieder aufgelöſt iſt, dann 3 Theile Weingeiſt zugeſetzt, in denen einige Tropfen Caſſiaöl aufgelöſt worden; hierauf fügt man einige Tropfen einer Auflöſung von Gewürznelkenöl (Oleum cariophyllorum) in ſeinem 3fachen Volumen Weingeiſt hinzu. Der Silberſpiegel bildet ſich augenblicklich.

Oder man löſt Schießbaumwolle in kauſtiſchem Kali auf und ſetzt dazu etwas ſalpeterſaures Silberoxyd und ſo viel Ammoniak, daß der entſtandene Niederſchlag ſich wieder auflöſt. Nach einiger Zeit nimmt die Flüſſigkeit, beſonders bei gelindem Erwärmen, eine braune Farbe an, und ſetzt dann das Silber als metalliſchen Ueberzug an.

Die Benutzung des ſalpeterſauren Silberoxyds zum Zeichnen der Wäſche beruht auf der mehrfach erwähnten Abſcheidung des metalliſchen Silbers aus ſeinen Salzen unter dem Einfluſſe des Lichtes. Die Flüſſigkeit, welche man zum Zeichnen benutzt, beſteht nur aus einer verdünnten Löſung des Salzes, der man etwas abgeriebene Tuſche zugeſetzt hat, um die Züge gleich ſichtbar zu machen. Man bereitet den Stoff erſt durch Beſtreichen mit einer Löſung von kohlenſaurem Natron und Gummi vor; letzterer verhindert das Ausfließen der Züge, erſteres zerſetzt das Silberſalz zu einem unlöslichen innerhalb der Faſern des Gewebes, wodurch daſſelbe feſter gebunden wird. Beim Ausſetzen der bezeichneten Stelle an das Sonnenlicht erſcheint dann die Schrift ſchwarz. Sie iſt nicht ganz unauflöslich, denn das Silber kann man durch Befeuchten und Behandeln mit Chlor in Chlorſilber verwandeln, welches in den vorhin genannten Subſtanzen löslich iſt. — Es läßt ſich dieſe Zerſetzung unter dem Einfluß des Lichtes auch recht hübſch folgendermaßen veranſchaulichen: Bedecke ein glattes Stück Marmor mit einer dünnen Schichte Wachs und zeichne darauf durch Wegnahme mit einem Meſſer beliebige Figuren. Dann ſtreiche mittelſt eines Pinſels etwas Silberlöſung darüber und ſetze das Ganze dem hellen Sonnenlichte aus. Nach einiger Zeit werden ſich überall, wo der Marmor entblößt worden, ſchwarze Flecken zeigen, die durch nochmalige Wiederholung der Operation hinreichend dick werden, um nach Entfernung des Wachsüberzuges Politur und Silberfarbe anzunehmen. Du erhältſt auf dieſe Weiſe die angebrachten Figuren in Silber auf der Marmorfläche, was von recht ſchöner Wirkung iſt.

Mit gewöhnlichem phosphorſaurem Natron giebt das ſalpeterſaure Silberoxyd einen gelben Niederſchlag von phosphorſaurem Silberoxyd. Da derſelbe 3 Aequivalente Silberoxyd auf 1 Aequivalent Phos-

phorsäure enthält, während in dem phosphorsauren Natron 1 Aequivalent Wasser als Basis vorhanden ist, so werden durch das Eintreten dieser 3 Aequivalente Silberoxyd auch 3 Aequivalente Salpetersäure frei, die aber nur 2 Aequivalente Natron (und 1 Aequivalent Wasser) finden, um sich damit zu verbinden. Deshalb wird die über dem Niederschlag befindliche Flüssigkeit sauer:

$$(2\ NaO,\ HO)\ PO_5 + 3\ (AgO,\ NO_5)$$
$$= 3\ AgO,\ PO_5 + 2\ (NaO,\ NO_5) + NO_5,\ HO.$$

Hieraus geht hervor, daß, wie ich dir schon früher bei der Phosphorsäure und deren Natronsalz sagte, in dem gewöhnlichen Phosphorsäuresalz das 1 Aequivalent Wasser wirklich als Basis betrachtet werden muß, da es ja durch Silberoxyd vertretbar ist.

Wenn die Phosphorsäure vor der Sättigung mit Natron auf 213° erhitzt worden war, so werden durch das so entstehende Natronsalz die Silbersalze weiß gefällt und der Niederschlag hat die Formel $2\ AgO,\ PO_5$. Das phosphorsaure Natron, welches in diesem Falle dient, hat die Formel $2\ NaO,\ PO_5 + 10\ HO$, wobei kein Atom Wasser basisches Wasser ist, denn die über dem Niederschlage stehende Lösung ist neutral. Die Phosphorsäure geht also beim Erhitzen auf 213° in die Modification derselben über, welche wir Pyrophosphorsäure oder b-Phosphorsäure genannt haben. Das Natronsalz der gewöhnlichen Phosphorsäure muß, wenn es in das der Pyrophosphorsäure übergehen soll, zur Rothglühhitze erhitzt werden, wobei auch das letzte Atom Wasser weggeht, worauf man nach dem Auflösen und Wiederkrystallisiren das pyrophosphorsaure Natron von der eben genannten Zusammensetzung erhält. Den Versuch mit dem Natronsalz wirst du wohl thun anzustellen.

Das Natronsalz der dritten Modification der Phosphorsäure, das metaphosphorsaure oder a-phosphorsaure Natron $NaO,\ PO_5$ fällt das salpetersaure Silberoxyd ebenfalls weiß; dieser Niederschlag ist aber in einem Ueberschuß des Salzes leicht löslich.

In diese Modification geht die Phosphorsäure für sich beim Glühen über, wonach sie mit Natron das Salz von der genannten Zusammensetzung liefert; die Ueberführung des Natronsalzes der gewöhnlichen Phosphorsäure in dieses gelingt jedoch nur auf Umwegen. Selbstredend ist der Niederschlag des metaphosphorsauren Silberoxyds nach der Formel $AgO,\ PO_5$ zusammengesetzt.

Du kannst das Studium des Silbers und seiner Verbindungen mit den Löthrohrproben auf dieses Metall schließen, die nach den bereits angestellten allein noch übrig sind: Behandle etwas Chlorsilber, Schwefelsilber oder irgend eine andere Silberverbindung mit Soda auf Kohle in der Reductionsflamme, unter etwaigem Ersatz für die sich in die Kohle ziehende Soda. Du wirst sehr bald ein Silberkorn erhalten. War

die Menge des Silbers ſehr gering, ſo iſt nach dem beendigten Blaſen die Kohle rings um die benutzte Stelle auszubrechen und mit Waſſer in einem Mörſer zu zerrühren; wenn dann das im Waſſer Suſpendirte mit dieſem wiederholt abgegoſſen — abgeſchlämmt — wird, ſo bleibt das ſchwere Silber allmälig in Geſtalt hellglänzender Flitter oder Körnchen am Boden des Gefäßes zurück. Dieſer Verſuch erfordert einige Uebung und Genauigkeit und du wirſt daher wohl thun, ihn mit immer abnehmenden Silbermengen wiederholt anzuſtellen.

Ueber die in verſchiedenen Ländern gebräuchlichen Legirungen zu Silbergeräthen und Silbermünzen kannſt du es mir wohl erlaſſen zu ſprechen; es wird darüber in ſo vielen Büchern der verſchiedenſten Richtungen gehandelt, daß es dir ein Leichtes iſt, das Wichtigſte darüber zu erfahren, wenn dich die Sache beſonders intereſſiren ſollte, und es iſt die ganze Sache ſo leicht und einfach, daß ſie keiner beſondern Erklärung bedarf. Ich will daher hiermit das Kapitel vom Silber abſchließen, um ſpäter nur noch deſſen techniſche Gewinnung vorzunehmen.

65. Brief.

Gold; Eigenſchaften; Oxyde. Reduction der Goldlöſungen. Affinage. Vorkommen und Gewinnung, Benutzung; Vergoldung auf verſchiedene Art. — Aufgaben.

Es iſt ganz natürlich, daß wir nach dem Silber das

Gold

Au (Aurum) = 197

betrachten; doch kann ich mich dabei wohl kurz faſſen, indem einestheils das chemiſche Verhalten des Goldes wenig Intereſſe bietet, und anderntheils du die Verſuche damit ſicher nicht weit ausdehnen wirſt.

Die gelbe Farbe des Goldes iſt characteriſtiſch; ſein ſpecifiſches Gewicht beträgt 19,3; es gehört ſonach zu den ſchwerſten Körpern; es ſchmilzt bei einer etwas höheren Temperatur als das Silber und verflüchtigt ſich in der Hitze des electriſchen Funkens. Das Gold iſt das dehnbarſte aller Metalle; in den dünnſten Blättchen iſt es mit grüner Farbe durchſcheinend.

Das Gold verbindet ſich nicht direct mit dem Sauerſtoff, ſeine Oxyde werden durch die Hitze zu Metall reducirt. Es wird von einfachen Säuren nicht angegriffen und kann nur mittelſt Königswaſſer, als Chlorgold, gelöſt erhalten werden. Mit Chlor und Brom verbindet es ſich ſchon bei gewöhnlicher Temperatur.

Mit dem Sauerſtoff verbindet ſich das Gold zu Oxydul AuO und zu Oxyd AuO_3; beide Oxyde bilden mit Säuren keine Salze. Sie zeigen nur geringe Beſtändigkeit, und das Oxyd verbindet ſich ſogar mit Alkalien zu Verbindungen, worin es die Rolle einer Säure ſpielt.

Das Chlorgold, welches man bei Behandeln des Goldes mit Königswaſſer erhält, hat die Formel $AuCl_3$; es kann durch langſames Verdunſten der Löſung in gelben Kryſtallen erhalten werden, die mit gelber Farbe in Waſſer löslich und eine ſehr ſtark färbende Kraft

beſitzen, indem ſchon die geringſte Menge davon größere Quantitäten Waſſer gelb färben kann.

Organiſche Subſtanzen, Metalle, Phosphor, Schwefel, ſchweflige, arſenige, phosphorige, ſalpetrige Säure, Eiſenvitriol und viele andere Körper ſcheiden das Gold bei gelindem Erwärmen metalliſch daraus ab.

Auf der Unangreifbarkeit des Goldes durch Säuren beruht ſeine Abſcheidung aus den Legirungen, in denen es ſich natürlich vorfindet, oder die man zu ſeiner Reindarſtellung benutzen will. Namentlich giebt es viele Arten Silber und Silbermünzen, welche entweder von Natur Gold führen, oder in Folge der früheren ungenügenden Scheidungsmethode noch Gold enthalten. Es lohnt ſchon ein ſehr geringer Gehalt hieran die Koſten der Scheidung, welche man *Affiniren oder Affinage* nennt. Die Methode, welche man allgemein dazu anwendet, iſt jedoch nicht zweckmäßig, wenn die Legirung mehr als 20% Gold und 5% Kupfer enthält. Wenn dieſes der Fall iſt, ſo muß man den Goldgehalt durch Zuſammenſchmelzen mit reinem Silber oder mit goldärmeren Legirungen erſt auf dieſen Gehalt herabbringen. In den amerikaniſchen Münzen werden z. B. die von Privaten eingebrachten Goldmaſſen, welche von ſehr verſchiedenem Silbergehalt ſind, erſt mit einer gewiſſen Menge Silber zuſammengeſchmolzen und dann dieſe Legirung affinirt, um das Gold im Zuſtande der gleichmäßigen Reinheit aus den ſehr ungleichen Sorten zu erhalten, und ſomit auf einen beſtimmten Werth zurückzuführen. Um den Gehalt des Kupfers auf das genannte Maximum zu vermindern, wenn er, wie häufig der Fall, höher iſt, körnt man die Legirung und erhitzt ſie in Flammöfen, bis ein Theil des Kupfers ſich in Oxyd verwandelt hat, welches dann durch Schwefelſäure entfernt wird.

Die ſo vorbereitete Legirung wird nun mit concentrirter Schwefelſäure erhitzt, wodurch Kupfer und Silber unter Entwickelung von ſchwefliger Säure als Schwefelſäureſalz in Löſung kommen und das Gold als feines, braunes Pulver zurückbleibt, welches nach nochmaligem Auskochen mit Schwefelſäure durch Zuſammenſchmelzen in Form von compacten, reinen Maſſen erhalten wird.

Aus der Löſung von Kupfer- und Silbervitriol wird das Silber durch Einlage von Kupferplatten metalliſch abgeſchieden und ſomit ſowohl das urſprünglich mit dem Golde legirt geweſene, als auch das etwa zugeſetzte wieder erhalten.

Die Löſung des Kupfervitriols benutzt man entweder zur Gewinnung dieſes Salzes oder zur Abſcheidung von Kupfer mittelſt Eiſen.

Steht dir etwas altes Silber zu Gebote, ſo kannſt du hiernach die Scheidung dieſer drei Metalle ausführen; es iſt eine recht intereſſante Arbeit, die ich dir ſehr empfehlen kann. Früher wandte man zur Schei-

dung die Salpetersäure (Scheidewasser) an, allein das Silber nimmt, wenn es nur wenig Gold enthält, hiervon immer einen kleinen Theil mit in Lösung, wenn es mit Salpetersäure behandelt wird, und daher rührt der Goldgehalt fast allen älteren Silbers.

Um aus Gold-Münzen oder -Geräthen das Gold rein darzustellen, kann aus dem Grunde nicht so verfahren werden, wie eben gesagt, weil die Schwefelsäure das Silber wegen der schützenden Goldmenge nicht herausziehen kann; man muß dann folgende Methode befolgen, die ich dir für den Fall, daß du eine reine Goldlösung darstellen willst, empfehle: Beim Behandeln der Legirung aus Gold, Silber und Kupfer löst Königswasser Gold und Kupfer auf, während das Silber als Chlorsilber zurückbleibt. Nach dem Abfiltriren der verdünnten Lösung dampft man sie zum Entfernen der überschüssigen Säure in einer Porcellanschale zur Trockne ein, löst den Rückstand in Wasser auf und setzt eine Lösung von Eisenvitriol zu, welche das Gold als feines Pulver ausfällt in Folge der Zersetzung

$$6\,(FeO,\,SO_3) + AuCl_3 = 2\,(Fe_2O_3,\,3\,SO_3) + Fe_2Cl_3 + Au,$$

so daß also außer Gold Eisenchlorid und schwefelsaures Eisenoxyd entsteht.

Das Gold sammelt man in einem Porcellanschälchen, wäscht es darin wiederholt mit heißer Salzsäure, trocknet und schmilzt es, wenn es nicht aufgelöst werden soll, unter einer Decke von Borax und Salpeter zu einem Klumpen zusammen.

In der Natur kommt das Gold fast nur in gediegenem Zustande, mehr oder weniger mit anderen Metallen legirt vor. Da es sich meistentheils in losem Sande und Gerölle findet, so handelt es sich bei kleineren Stücken oder Goldflittern, die man nicht auslesen kann, um eine einfache Trennung von den erdigen und steinigen Theilen, was sich wegen des großen specifischen Gewichts des Goldes durch bloßes Abwaschen oder Abschlämmen der fremden Bestandtheile bewirken läßt, wobei das Gold zuletzt auf dem Boden des angewandten Apparates zurückbleibt. Man kann unter Anwendung dieses Verfahrens selbst noch aus einem Flußsand mit Vortheil Gold erhalten, welcher davon nur $\frac{1}{1000000}$ enthält.

Ein vollkommeneres Mittel, Gold aus goldarmem Sande zu gewinnen, bietet das Quecksilber durch die Leichtigkeit dar, mit der es das Gold zu einem Amalgame aufnimmt, welches in dem überschüssigen Quecksilber sich auflöst. Aus diesem flüssigen Amalgame preßt man das Erstere durch Leder aus und glüht es dann, wobei das Gold als schwammiger Rückstand bleibt.

Auch aus dem Schwefelkies kann man, wenn derselbe, wie z. B. in Tyrol, Gold enthält, dieses durch das Amalgamirverfahren ge-

winnen; es iſt dann nur erforderlich, die Kieſe erſt durch Röſten und dann durch Mahlen aufzulockern und zu pulvern.

Auch Chlorwaſſer hat man vielfach in neuerer Zeit angewandt, um das Gold aus ſeinen Erzen auszuziehen. Es wird dann aus dem erhaltenen Chlorgold mit Eiſenvitriol niedergeſchlagen.

Die Benutzung des Goldes gründet ſich außer auf ſeine ſchön gelbe Farbe und den hohen Glanz, welchen es anzunehmen im Stande iſt, auf ſeine chemiſche Indifferenz und Unveränderlichkeit gegen die meiſten Einflüſſe, welche es, außer etwa in Berührung mit Chlor- oder Brom-Dämpfen, unverändert an Farbe und Glanz bleiben läßt. Beim Zinn komme ich noch einmal auf die Anwendung des Goldes zum Färben von Glasflüſſen zurück; im Uebrigen wirſt du es mir nicht verargen, wenn ich auch bei dieſem Metalle dich für weitere Belehrung über Vorkommen und Gewinnung auf die vielen Beſchreibungen verweiſe, die ſich namentlich in Folge ſeines maſſenhaften Vorkommens in den letzten Jahren in allen populären Zeitſchriften finden.

Um andere Metalle mit einem Ueberzug von Gold zu verſehen, werden je nach den Umſtänden verſchiedene Methoden angewandt. Die älteſte iſt die Feuervergoldung, welche durch Auflegen von Goldamalgam auf das ſorgfältig gereinigte Metall und Erhitzen deſſelben bis zur Verflüchtigung des Queckſilbers geſchieht. Das Gold bleibt dann als matter Ueberzug zurück, dem man durch den Polirſtahl den gewünſchten Glanz ertheilen kann. Um der Vergoldung eine rothe Farbe zu ertheilen, glüht man ſie mit einer Miſchung, die ſo getroffen iſt, daß das Gold daraus Kupfer aufnehmen und damit eine rothe Legirung bilden kann.

Mittelſt der kalten Vergoldung kann man, wie du dich leicht überzeugen wirſt, auch ohne Queckſilber und ſehr ſchnell Silber und Meſſing vergolden: Man verbrennt Leinwandläppchen, die mit Goldchlorid getränkt und dann getrocknet ſind, vorſichtig zu Kohle und erhält dadurch ein durch dieſe letztere ſehr fein vertheiltes Gold. Die zu vergoldende Fläche wird nun ſorgfältig gereinigt und polirt und dann das vorhin Gold mittelſt eines mit Eſſig oder auch mit Salzwaſſer befeuchteten Korks darauf gerieben. Soll dieſe zwar nicht dauerhafte, aber nach dem Poliren beſonders ſchöne Vergoldung einen röthlichen Schein haben, ſo braucht man der Goldlöſung nur etwas Kupfer zuzuſetzen.

Auch durch Eintauchen der zu vergoldenden Metalle in eine Goldlöſung kann man ſie vergolden, indem ſie ſich an der Stelle des gefällten Goldes auflöſen. Die Wirkung wird durch Berührung mit ſehr poſitiven Metallen, z. B. mit Zink, in Folge der dadurch gebildeten galvaniſchen Kette ſehr erhöht. Dazu ſind indeſſen nicht alle Goldlöſungen gleich anwendbar.

Endlich vergoldet man auch auf galvaniſchem Wege, indem man die zu vergoldenden Gegenſtände mit dem electronegativen Pole einer Batterie verbunden in eine paſſende Löſung eintaucht. Du wirſt ſpäter hören, welche Art von Löſung man dazu anwendet. Wenn der andere Pol der Batterie in Geſtalt eines Goldblechs in die Flüſſigkeit taucht, ſo bleibt dieſe ſtets von demſelben Goldgehalt und man beurtheilt die Dicke des erzielten Ueberzugs nach der Zeit, die darauf verwendet worden. Zuſatz von Kupfer macht die Vergoldung auch hier röthlich, Zuſatz von Silber grünlich.

Hiermit mag genug über das Gold geredet ſein; ich will die Kürze dieſes Briefes benutzen, um noch einige Uebungsaufgaben zu geben, und dann eine oder die andere in ihrer Auflöſung wenigſtens anzudeuten:

1) Wie viel Gold, Silber und kryſtalliſirten Kupfervitriol erhält man bei der Affinage von 9 Pfund 22 Loth Silber, das $\frac{3}{1000}$ und $\frac{3}{10}$ Silber enthält; wie viel Kupfer wird verbraucht?

Ich mache dich darauf aufmerkſam, daß nicht allein das Kupfer des Silbers in Kupfervitriol umgewandelt, ſondern daß auch noch eine der vorhandenen Menge reinen Silbers äquivalente Menge Kupfer beim Ausſcheiden des Silbers zugeſetzt wird und ſich in Kupfervitriol verwandelt. Daraus berechnet ſich alles Andere leicht.

2) Wie viel preußiſche Thaler ſind zu löſen, um $1\frac{8883}{10081}$ Loth Höllenſtein zu erhalten? Man weiß, daß $10\frac{1}{2}$ Thaler 16 Loth wiegen und daß das Thalerſilber 25% Kupfer enthält.

3) Wie viel Kupfervitriol wird als Nebenproduct bei der Darſtellung von 10 Pfund Chromalaun gewonnen?

Du wirſt dich über dieſe Frage verwundern, denn du denkſt gewiß nicht mehr daran, daß man Chromalaun mittelſt ſchwefliger Säure erhalten kann und bei dieſer letzteren Kupfervitriol als Nebenproduct entſteht. Ich mache dich nur darauf aufmerkſam, daß es *nicht* nöthig iſt, die zu 10 Pfund Chromalaun nothwendige Menge ſchweflige Säure erſt zu berechnen, indem man unmittelbar vom Chromalaun auf den Kupfervitriol ſchließen kann.

Die Antworten im nächſten Briefe.

---

66. Brief.

Platina; Eigenſchaften; Verhalten zu verſchiedenen Subſtanzen; Oberflächenwirkung; Experimente. Platinazündmaſchine. Platinchlorid, Platinaſchwamm, Platinamohr. Vorkommen des Platins, Gewinnung und Reindarſtellung.

Da wir einmal an den edlen Metallen ſind, ſo will ich auch mit dieſen jetzt abſchließen und daher, ehe wir noch die fehlenden und viel intereſſanteren Zinn und Antimon vornehmen, das

Platina

Pt = 98,7

und die daſſelbe begleitenden und ihm in vielen Punkten ſehr ähnlichen ſogenannten Platinmetalle betrachten.

Das Platina iſt ein Metall von grauer Farbe, welches ein ſpecifiſches Gewicht von 21½ hat und ſehr weich und dehnbar iſt. Es iſt durch ſeine Unſchmelzbarkeit in der Hitze des ſtärkſten Ofenfeuers und durch ſeine Unveränderlichkeit bei der Einwirkung der meiſten chemiſchen Agentien ausgezeichnet und wird wegen dieſer Eigenſchaften hauptſächlich zu chemiſchen Geräthen benutzt, welche dazu dienen, verſchiedene Körper der Einwirkung einer hohen Hitze auszuſetzen.

In der Weißglühhitze läßt ſich das Platina ſchweißen, wie das Eiſen; in der Hitze des Knallgasgebläſes ſchmilzt es.

Mit dem Sauerſtoff verbindet es ſich nicht direct und wird aus den meiſten ſeiner Verbindungen durch die Hitze allein metalliſch ausgeſchieden. Reines Platina iſt ſehr zähe; ein Gehalt von Iridium, welches das Platina in der Regel begleitet, macht es ſpröder und leichter reißend.

Beim Schmelzen der Alkalihydrate in Platingeräthen wird das Platina oxydirt, und namentlich geschieht dies in Gegenwart von Salpeter; es bildet sich dabei eine schmelzbare Verbindung von Platinoxyd und Alkali; aus diesem Grunde darf man Alkalien und Salpeter nie in Platintiegeln schmelzen. Auch eine Mischung von Kieselerde und Kohlen, so wie leichtflüssige Schwefelmetalle — also auch Schwefelsäuresalze in Gegenwart von Kohle — greifen das Platina an. Auch leicht schmelzbare Metalle, oder Gemische, aus welchen dieselben abgeschieden werden können, dürfen nicht in Platinagefäßen erhitzt werden. Quecksilber aber vereinigt sich nicht unmittelbar mit Platina.

Das Platina besitzt die Eigenschaft, an seiner Oberfläche eine gewisse Menge Sauerstoff zu verdichten und somit die Verbindung desselben mit oxydirbaren Körpern zu veranlassen. Diese Eigenschaft des Platina's kommt auch noch einigen anderen, das Platina begleitenden Metallen zu und wird durch verschiedene Substanzen zerstört. Die Fähigkeit des Platina's, die Oxydation des Wasserstoffes, Kohlenwasserstoffes, Alkohols u. s. w. zu veranlassen, kannst du durch folgenden Versuch dir deutlich machen: Rolle ein Stückchen recht reinen — mit Säure abgewaschenen — Platinadraht über ein rundes Stäbchen zu einer kleinen Spirale und bringe dieselbe in einer Spiritusflamme zum Glühen; dann blase die Flamme aus und halte die noch heiße Drahtspitze in den aus dem heißen Dochte aufsteigenden Weingeistdampf; sie wird fortfahren, darin zu leuchten, indem sie durch die langsame Verbrennung des Weingeistdampfes, welchen sie veranlaßt, glühend erhalten wird. Noch schöner und leichter läßt sich das Experiment anstellen, wenn du über eine Gaslampe verfügen kannst. Halte nämlich die Drahtspirale in die Flamme eines einfachen Gasbrenners, drehe dann den Hahn um, um die Flamme auszulöschen, und lasse nun den Gasstrom langsam wieder auf die unverändert darüber gehaltene Spirale strömen; er wird dieselbe zum hellen Glühen bringen, und zwar derart, daß wenn der Strom zu stark ist, das Gas sich daran wieder zur Flamme entzündet; durch richtiges Regeln der Stellung des Hahnes wird es dir gelingen, die Spirale beliebig lange glühend zu erhalten, was bei der Unsichtbarkeit der Ursache in dem nicht bemerkbaren Gasstrom einen ganz eigenthümlichen merkwürdigen Effect macht. Daß dabei alles Leuchtgas vollständig verbrannt wird, wirst du an dem Mangel jeden Geruches erkennen, wenn anders nicht die Brenneröffnung zu weit ist und einen Theil des Gases vorbeiströmen läßt.

Auch in folgender Weise läßt sich diese Erscheinung anschaulich machen: Bringe in ein Weinglas etwas Weingeist oder Aether; befestige dann in ein nicht dicht darauf schließendes Pappdeckelscheibchen eine glühende Platinadrahtspirale, die beinahe bis auf die Flüssigkeit reicht, und

du wirſt ſehen, daß dieſelbe durch die Oxydation der Dämpfe glühend bleibt, welche durch die Hitze des Platina's entwickelt werden.

Dieſe Eigenſchaft des Platina's, die Verbrennung oxydirbarer Stoffe zu veranlaſſen, kommt ihm in um ſo größerem Grade zu, je größer ſeine Oberfläche bei derſelben Menge Metall iſt. Fein vertheiltes Platina zeigt ſie alſo bei weitem ſtärker als compactes Blech oder Draht, und am ſtärkſten tritt ſie bei dem Platinaſchwamm und dem Platinaſchwarz auf, welches Platina in verſchiedenen äußerſt fein vertheilten Zuſtänden iſt und deren Darſtellung du nachher kennen lernen wirſt.

Das Platinaſchwarz nimmt in einer Atmoſphäre von Sauerſtoff mehrere hundert Mal ſein Volumen dieſes Gaſes auf und entzündet daher darauf gegoſſenen Weingeiſt augenblicklich unter Erglühen. Der Platinaſchwamm, welcher etwas weniger fein vertheiltes Platina iſt, wirkt weniger heftig, doch explodirt Knallgas durch Hineinwerfen von Platinaſchwamm augenblicklich, und wenn man Platinaſchwamm, der in Thon vertheilt iſt, in ein Gemiſch von brennbaren Gaſen und Sauerſtoff bringt, ſo erfolgt deren Oxydation ganz allmälig. Auf dieſe Weiſe pflegt man Gasgemiſche zu unterſuchen, indem man mittelſt Platinaſchwamm, der in die geeignete Form gebracht worden iſt, und Sauerſtoff die brennbaren Theile der Gemiſche ohne plötzliche Verbrennung fortſchafft und mithin nur diejenigen im Rückſtande behält, welche nicht oxydirbar ſind.

Eine andere Anwendung hat der Platinaſchwamm in den Zündmaſchinen erfahren. Man läßt hier den Waſſerſtoff, welcher ſich in einer in verdünnte Schwefelſäure umgeſtürzten Glocke in Berührung mit eingehängtem Zink entwickelt, durch Oeffnen eines Hahnes oder Ventils auf ein Platinaſchwämmchen ſtrömen, durch deſſen Oberflächen der Waſſerſtoff zur Vereinigung mit Sauerſtoff veranlaßt wird. Die erzeugte Hitze iſt ſo groß, daß der Platinaſchwamm zum Glühen kommt, und den nachſtrömenden Waſſerſtoff zur Flamme entzündet. Das Zinkſtück hängt ſo in der Glocke, daß der ſich entwickelnde Waſſerſtoff die Schwefelſäure aus derſelben hinaustreibt und dadurch das Zink in dem Augenblick bloslegt, wo die Glocke ganz mit Waſſerſtoff gefüllt iſt, wo dann die Gasentwickelung wegen aufgehobenen Contacts der Säure mit dem Zink aufhört. Wenn man nun Waſſerſtoff aus der Glocke ſtrömen läßt, ſo tritt die Säure wieder zum Zink, um das Verbrauchte zu erſetzen u. ſ. f.

Die Wirkung eines ſolchen Apparates ſchließt ab, wenn die Säure geſättigt oder das Zink verbraucht iſt; man muß alsdann beim Wiederbeſchicken darauf achten, daß man eine gewiſſe Menge Waſſerſtoff entweichen läßt, ohne daß er den Platinaſchwamm berührt, damit man ſicher iſt,

keine Luft mehr im Apparate zu haben, weil ſonſt eine Exploſion vorkommen würde. Auf dieſer Eigenſchaft des Platinaſchwammes, durch ſeine Oberflächewirkung die Verbindung des Gaſes mit Sauerſtoff zu veranlaſſen, beruht auch deren Anwendung bei der Darſtellung der waſſerfreien Schwefelſäure, wovon in Brief 48 die Rede war.

Die Wirkſamkeit des Platinaſchwammes (und des Platinaſchwarzes) hört auf, wenn ſich an der Luft nach und nach die Oxydationsproducte der in letzterer ſtets enthaltenen brennbaren Körper darin angehäuft haben, oder wenn (in der Zündmaſchine) mitgeriſſene Säure u. ſ. w. die Oberfläche überzogen hat. Auch durch Berührung mit manchen Gaſen wird, wie ſchon vorhin erwähnt, die Zündkraft geſchwächt. Man kann ſie durch Ausglühen, namentlich nach dem Befeuchten mit Schwefelſäure, wieder herſtellen. Wenn aber die metalliſche Oberfläche des Platina's durch einen Ueberzug von mitgeriſſener Zinklöſung oder anderer, durch Glühen nicht zerſtörbarer Subſtanzen verunreinigt worden iſt, ſo thut man am beſten, dieſelbe durch einen darauf bewirkten Ueberzug von ſchwammigem Platina wieder herzuſtellen. Ich werde dieſes einfache Verfahren gleich nachher näher angeben.

Platinaſchwamm und Platinamohr laſſen ſich unter gehörigem Drucke zu einer compacten Maſſe zuſammenpreſſen, welche nach dem Glühen in der Schweißhitze und Hämmern vollkommene Feſtigkeit erlangt und dann durch Walzen, Hämmern oder Schweißen in jede beliebige Form gebracht werden kann.

Das Löthen des Platina's mit Gold iſt nur da anwendbar, wo daſſelbe nicht einem Hitzegrade ausgeſetzt zu werden braucht, der den Schmelzpunkt des Goldes überſteigt.

Von den Säuren wird das Platina nicht angegriffen, nur das Königswaſſer löſt es zu Platinchlorid $PtCl_2$ mit tief gelber Farbe auf. Dieſes Salz geht beim Erhitzen in Chlorür PtCl über, welches ſich bei einer weiteren Temperaturerhöhung in ſeine Elemente zerlegt.

Beim Vermiſchen einer Löſung von Platinchlorid mit Chlorkalium entſteht ein gelber Niederſchlag von Kaliumplatinchlorid $PtCl_2 + KCl$, der namentlich in Weingeiſt faſt ganz unlöslich iſt. Mit Chlornatrium geht das Platinchlorid zwar eine ähnliche Verbindung ein, doch iſt dieſelbe in Waſſer und Weingeiſt leicht löslich. Dieſe Verſchiedenheit benutzt man zur Unterſcheidung und Trennung der Kali- und Natronſalze. Beim Glühen hinterläßt das Kaliumplatinchlorid Chlorkalium und fein vertheiltes Platina, welches durch Waſſer von dem Chlorkalium getrennt werden kann.

Mit Salmiak geht das Platinchlorid ebenfalls eine unlösliche Verbindung ein und wird daher vom Salmiak (gelb) gefällt. Der Niederſchlag (Platinſalmiak) giebt beim Glühen den Salmiak und das Chlor

ab und es bleibt reines, feinvertheiltes Platina; dieſes iſt der Platinaſchwamm. Um denſelben zu erhalten, braucht man alſo nur Platina in Königswaſſer zu löſen, die Löſung mit einer reinen Salmiaklöſung unter Zuſatz von Weingeiſt zu fällen und den erhaltenen Niederſchlag nach kurzem Auswaſchen zu glühen. Je geringer die Hitze iſt, welche zur Zerſetzung des Platinaſalmiaks angewandt wurde, deſto größer iſt die Wirkſamkeit des erhaltenen Schwammes. Um auf unbrauchbarem Platinaſchwamm eine neue Oberfläche zu erzeugen (ſ. o.), hat man denſelben nur mit Platinchlorid, und nach dem Trocknen mit Salmiaklöſung zu befeuchten und endlich gelinde zu glühen.

Das Platinchlorid wird durch viele Subſtanzen, namentlich durch Zink und durch organiſche Stoffe, wie Zucker, Oxalſäure u. ſ. w. in Gegenwart von kohlenſaurem Natron, auch durch Kali unter dem Einfluß des Sonnenlichtes zu ſchwarzem, äußerſt feinvertheiltem Platina — Platinaſchwarz oder Platinamohr — reducirt.

Auch durch Zuſammenſchmelzen mit Zink und Behandeln der Legirung mit Schwefelſäure kann man das Platina als Mohr erhalten.

Mit dem Sauerſtoff verbindet ſich das Platina zu Oxyd und Oxydul; beide bieten indeſſen nicht ſo viel Intereſſe dar, daß wir uns damit zu beſchäftigen brauchten.

In der Natur findet ſich das Platina gediegen in kleinen Körnern im Sande mehrerer Flüſſe, namentlich in Sibirien. Es iſt begleitet von Eiſen, Gold, Palladium, Rhodium, Ruthenium, Iridium und Osmium. Letztere ſind die ſogenannten Platinametalle. Das aus dem Platinerz durch Löſen in Königswaſſer, Entfernen der übrigen Metalle, Fällen mit Salmiak und Glühen dargeſtellte Metall enthält ſtets Iridium, welches die Urſache davon iſt, daß der daraus dargeſtellte Salmiak röthlich und nicht rein gelb iſt. Kannſt du etwas Platinerz oder auch etwas Platinabfälle erhalten, ſo rathe ich dir, daraus etwas reines Platina und hieraus Platinchlorid darzuſtellen; das Verfahren ſowohl, wie die erhaltenen Producte, ſind intereſſant genug, um dieſe Mühe zu lohnen, und in einer Sammlung von chemiſchen Präparaten ſollte Platinchlorid ſchon deswegen nicht fehlen, weil es zur Erkennung von Kaliſalzen dient.

Das Platinerz oder das feingeſchnittene oder gefeilte unreine Platina wird mit Königswaſſer in einer Schale erhitzt, welche mit einem Trichter von etwas geringerem Durchmeſſer bedeckt wird, damit das etwa Verſpritzende immer wieder zurückfließt und doch die Dämpfe entweichen können. Das Erhitzen unter öfterem Zuſatze einer oder der anderen Säure iſt ſo lange fortzuſetzen, bis kein metalliſcher Rückſtand mehr bleibt, was eine nicht geringe Zeit in Anſpruch nimmt. Dann wird Waſſer zugeſetzt, der Trichter mit der Spritzflaſche ausgeſpült, um

nichts zu verlieren, und zu der verdünnten Lösung in der Kälte und im Dunkeln Kalkmilch gesetzt. Erhitzt sich dabei die Flüssigkeit wegen etwaigen Säureüberschusses, so ist mit dem Kalkzusatze erst nach dem Erkalten fortzufahren; derselbe braucht nicht stärker zu sein, als daß eine kleine Menge Kalk ungelöst übrig bleibt; dann ist das Ganze im Dunkeln mehrere Stunden unter mehrmaligem Umrühren stehen zu lassen. Unter diesen Umständen fällt der Kalk alle Metalle mit Ausnahme des Platina's aus, zu dessen Fällung der Einfluß des Lichtes oder der Wärme erforderlich ist. Dann wird die Lösung im Dunkeln (etwa in einem Schranke) filtrirt, der Rückstand mit Wasser ausgewaschen, zu dem Filtrate zur Entfernung des entstehenden kohlensauren Kalkes etwas Salzsäure gesetzt und dasselbe auf ein möglichst geringes Volumen eingedampft. Hierauf fällt man das Platina mittelst Salmiaklösung unter Zusatz von Weingeist aus und filtrirt nach einigen Stunden den Platinsalmiak ab, um damit wie vorhin gesagt zu verfahren. Spuren von Gold werden in der Regel in dem letzten Filtrat durch dessen gelbe Farbe angedeutet; das Platina wird aber, wenn man genau nach dieser Vorschrift verfährt, rein und vollständig erhalten.

Um Platinchlorid darzustellen ist der Platinschwamm in Königswasser zu lösen, die Lösung bis zur völligen Verjagung der Säure zur Trockne zu verdampfen und dann mit Wasser wieder aufzulösen. Ist die Erhitzung zu weit gegangen, so zeigt eine braune Farbe der Lösung die Gegenwart von Platinchlorür an; reines Platinchlorid ist rein dunkelgelb. Ein Ueberschuß von Säure muß vermieden werden, da er bei der späteren Anwendung störend wirken kann.

Diese Andeutungen mögen genügen; sie werden das wichtigste und dasjenige enthalten, was du bei etwaigen Versuchen mit diesem Metall, dessen Preis zwischen dem des Silbers und des Goldes steht, zu wissen nöthig haben wirst.

Die übrigen, das Platina begleitenden Metalle kann ich wohl mit Stillschweigen übergehen, da sie weder hinreichende Wichtigkeit besitzen, um uns weiter zu beschäftigen, noch auch aller Wahrscheinlichkeit nach je in solcher Menge in deine Hände gelangen werden, daß du ihr chemisches Verhalten näher untersuchen könntest, und ich verweise dich für einen solchen Fall auf größere Lehrbücher der Chemie, denen zu folgen du dann im Stande sein wirst.

Da wir nächſtens zur Betrachtung des Zinnes übergehen wer
ſo wirſt du Sorge tragen müſſen, eine gewiſſe Menge dieſes Me
in Geſtalt von Stanniol oder von möglichſt reinen Zinnabfällen zu
vorkommenden Verſuchen vorräthig zu haben.

67. Brief.

Zinn. Eigenſchaften; Metallmohr; Einwirkung der Säuren. Chlorür, Chlorid, Zinnoxydul, Zinnoxyd, Sulfür und Sulfid. Reactionen der Zinnſalze, Goldpurpur; Verzinnen. — Titan, Wolfram, Molybdän, Vanadin u. ſ. w.

Das

Zinn
St (Stannum) = 58

Kennſt du von den Löthrohrübungen her ſchon als ein leicht ſchmelzbares und leicht oxydirbares Metall von heller Farbe. Es iſt ſehr dehnbar und kommt im Handel auch zu ſehr dünnen Blättern ausgewalzt als Stanniol vor. Es beſitzt einen eigenthümlichen Geſchmack und Geruch, beſonders wenn man es einige Zeit zwiſchen den Fingern gehalten hat. Sein Schmelzpunkt liegt ſchon bei 228°; in der Weißglühhitze verdampft es. Es hat große Neigung zum Kryſtalliſiren und wenn man ein dickes Stück reines Zinn biegt, ſo zeigt es dabei durch das Aneinanderreiben der Kryſtalle einen eigenthümlichen Ton — das Geſchrei des Zinnes. Beim Schmelzen größerer Mengen kann man es in deutlichen Kryſtallen erhalten, ein Verſuch, welchen du aber wohl beſſer nicht anſtellen wirſt. Dagegen kannſt du die Neigung zur Kryſtalliſation folgendermaßen erkennen: Erhitze ein Stück Weißblech über der Spirituslampe oder über Kohlenfeuer bis faſt zum Schmelzen des Zinnüberzugs, kühle dann das Blech durch kaltes Waſſer ſchnell ab und wiſche mit einem in Königswaſſer getauchten Papier und dann mit Waſſer darüber. Dadurch wird die äußere Oxydhaut des Zinnes weggenommen und es erſcheint das Metall durch Spiegelung des Lichts auf der Kryſtallfläche „moirirt“. Wenn du den Verſuch einige Male wiederholſt, ſo wirſt du bald die Umſtände erkennen, unter denen dieſer Metallmoor am ſchönſten und mit kleinen oder mit großen Schatten- und Lichttheilen hervorgebracht werden kann.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist das Zinn an der Luft unveränderlich, bei seinem Schmelzpunkt überzieht es sich aber, wie du weißt, mit einer Oxydhaut, in der Weißglühhitze verbrennt es mit weißer Flamme, wie du dies schon beim Eintauchen von Stanniol in irgend eine Flamme sehen kannst.

Um die Einwirkung der Säuren auf das Zinn kennen zu lernen, hast du zunächst etwas Zinnabfälle in einem Kolben mit Salzsäure zu erhitzen. Das während der Auflösung des Metalls sich entwickelnde Gas wirst du leicht als Wasserstoff erkennen. Aus der Lösung krystallisirt beim Erkalten, wenn stets Zinn im Ueberschuß vorhanden gewesen ist, das Chlorür mit 2 Aequivalenten Wasser SnCl + 2 HO. Die Krystalle sind schnell zu trocknen und im wohlverkorkten Glase aufzubewahren. Sie sind in luftfreiem Wasser ohne Veränderung löslich; beim Zutritt von Luft aber scheidet sich daraus ein basisches Salz aus, indeß sich Zinnchlorid $SnCl_2$ bildet:

$$3\ SnCl + O = SnCl_2 + SnCl, SnO.$$

Das basische Salz bildet einen weißen Niederschlag, der auf Zusatz von Salzsäure verschwindet. Die Lösung ist aber alsdann natürlich chloridhaltig. Diese Affinität des Zinnchlorürs zu Sauerstoff macht es zu einem starken Reductionsmittel, so daß dadurch — wie du leicht nachweisen kannst — Quecksilber und Silber aus ihren Lösungen metallisch gefällt werden und Eisenoxyd zu Oxydul reducirt wird.

Als „Zinnsalz" wird das Zinnchlorür im Großen dargestellt und in der Färberei gebraucht.

Wenn man Zinnfeile in Chlorgas wirft, so verbrennt es darin zu Chlorid $SnCl_2$; eine Verbindung, welche man in größerer Menge beim Erhitzen von Zinn in einem Chlorstrom in Gestalt einer farblosen, bei 120° siedenden Flüssigkeit erhalten kann, die schon bei gewöhnlicher Temperatur verdampft und an der feuchten Luft Nebel bildet.

Man erhält das Zinnchlorid in wässeriger Lösung beim Behandeln des Metalls mit Königswasser. Als „Zinncomposition" wird diese Lösung in der Färberei gebraucht.

Wenn du die Lösung des Zinnchlorürs mit kaustischem oder kohlensaurem Kali in der Siedhitze behandelst, so wirst du einen aus kleinen schwarzen Krystallen bestehenden Niederschlag von

Zinnoxydul SnO erhalten, den du nach dem Abfiltriren vor dem Löthrohr entweder für sich oder unter Zusatz von Soda leicht zum Metallkorn reduciren kannst. Beim Erhitzen in der Oxydationsflamme dagegen wird es sehr bald zu Zinnoxyd SnO_2 verglimmen.

Besser jedoch kannst du das Zinnoxyd, welches passender den Namen Zinnsäure trägt, durch Behandeln des Zinns mit Salpetersäure gerade so darstellen, wie du das Oxyd des Antimon's (S. 28) dar-

gestellt hast. Es wird dabei als weißes, in Wasser und in Salpetersäure unlösliches Hydrat erhalten, welches beim Glühen sein Wasser verliert. Die so erhaltene Zinnsäure ist in Salpetersäure vollkommen unlöslich; beim Kochen mit concentrirter Salzsäure und nachherigem Zusatz von Wasser löst sie sich zu Zinnchlorid auf. Diese Lösung, ebenso wie die aus dem Metall durch Behandlung mit Königswasser (s. o.) dargestellte, läßt beim Kochen, so wie beim Zusatz von Schwefelsäure, das Zinnoxyd vollständig ausfallen. In diesem Niederschlag, so wie in dem durch Kali aus derselben Lösung erhaltenen ist die Zinnsäure in einer löslichen Modification enthalten, in welcher sie sich sowohl in Salpetersäure, Salzsäure, wie auch in verdünnter Schwefelsäure leicht auflöst. Beim Erhitzen geht diese lösliche Modification in die unlösliche über.

Man hat die unlösliche Modification der Zinnsäure auch b-Zinnsäure oder Metazinnsäure genannt, während die andere den Namen a-Zinnsäure oder nur Zinnsäure erhalten hat.

Die Metazinnsäure findet sich auch in der Natur als Zinnstein.

Das Zinnoxyd oder die Zinnsäure verbindet sich sowohl mit Säuren als auch mit starken Basen zu wahren Salzen, von denen man z. B. das zinnsaure Kali krystallinisch erhalten kann. Dieselben bieten indessen mit Ausnahme des Chlorürs und des Chlorids nur wenig Interesse dar.

Wenn man in Zinnchlorür Schwefelwasserstoff leitet, so fällt braunes Zinnsulfür SnS aus; wird Zinnchlorid ebenso behandelt, so erhält man gelbes Zinnsulfid SnS_2.

Dieses ist eine Sulfosäure (das Sulfür einer Sulfobase), welche sich mit Sulfobasen, z. B. mit dem Schwefelkalium, zu einem löslichen Salze vereinigt, woraus es durch Säuren unverändert gefällt wird.

Das Zinnsulfid entsteht auch durch Vereinigung von Schwefel und Zinn in der Hitze, doch wird es dabei wegen der zur Vereinigung nothwendigen Temperatur sogleich wieder zersetzt, wenn man nicht einen Körper zusetzt, welcher durch seine Verflüchtigung eine Abkühlung der Masse hervorbringt. Dazu wendet man gewöhnlich Salmiak an. Man kann am einfachsten ein Gemisch von einem Amalgam aus 12 Zinn und 6 Quecksilber mit 7 Schwefel und 6 Salmiak mischen und in einem unvollkommen verschlossenen Gefäß, z. B. in einem bedeckten Tiegel, mehrere Stunden lang, zuletzt zum mäßigen Rothglühen erhitzen. Man erhält dann, nach Verjagung aller auftretenden flüchtigen Producte, das Zinnsulfid als bräunlichgelbe, schuppige, weich anzufühlende Masse, die unter dem Namen Musivgold zu gold- oder bronzefarbigem Anstrich benutzt wird.

Von allen bisher dir bekannt gewordenen Metallen iſt das Zinn durch ſein Verhalten zu Salpeterſäure unterſchieden, im übrigen wirſt du dir noch folgende Eigenſchaften des Chlorürs und des Chlorids nach Anſtellung der betreffenden Verſuche merken:

Kauſtiſche Alkalien fällen aus dem Zinnchlorür weißes Hydrat, welches ſich im Ueberſchuß auflöſt, dann aber beim Kochen als ſchwarzbraunes waſſerfreies Oxyd gefällt wird.

Auch der Niederſchlag durch Schwefelwaſſerſtoff löſt ſich in mehrfach Schwefelkalium auf, um dann durch Säuren als Sulfid gefällt zu werden, indem es ſchon anfangs durch das mehrfache Schwefelkalium in Sulfid verwandelt worden iſt.

Chlorgold bewirkt in Zinnchlorürlöſungen, die zugleich Zinnchlorid enthalten, bei gehöriger Verdünnung einen braunen oder purpurfarbenen Niederſchlag, der den Namen Caſſius'ſcher oder Goldpurpur hat. Es darf dazu keine Salpeterſäure zugegen ſein und die Bedingungen, unter denen der Niederſchlag am beſten entſteht, ja ſelbſt ſeine Zuſammenſetzung, ſind noch nicht vollſtändig ausgemittelt. Er dient in der Porzellanmalerei zu violetten und rothen Farben; auch Glas wird dadurch roth gefärbt.

Eiſen- oder Zinkblech fällt das Zinn in grauen kryſtalliniſchen Blättchen aus, die unter dem Polirſtahl Farbe und Glanz des Zinns annehmen.

Die Löſung des Zinnchlorids reagirt ſtark ſauer; Kali und Natron fällen daraus einen Niederſchlag, der im Ueberſchuß löslich iſt, ohne beim Kochen wieder ausgefällt zu werden.

Chlorgold und Queckſilberoxydſalze fällen das Zinnchlorid nicht.

Welche von dieſen in Bezug auf das Zinn und ſeine Verbindungen angeführten Erſcheinungen du durch das Experiment ſelbſt nachweiſen kannſt, wirſt du wohl jetzt ohne ſpecielle Anweiſung ſelbſt erkennen und ich kann dir die Ausführung der betreffenden Verſuche, denke ich, allein überlaſſen, da du darin hinreichende Erfahrung und Uebung erhalten haben wirſt.

Das Zinn wird ſehr vielfach zum Ueberziehen von anderen Metallen angewandt.

Das Verzinnen geſchieht auf verſchiedene Art. Entweder wirkt das geſchmolzene Zinn auf die Oberfläche des reinen Metalls unter Zuſatz reducirender Stoffe ein, oder man verfährt folgendermaßen auf naſſem Wege:

Man kocht das zu verzinnende Meſſing oder Kupfer mit einer aus Weinſtein, Alaun, Kochſalz und Zinn oder Zinnſalz dargeſtellten Löſung.

Es wird hierdurch keine Veränderung hervorgebracht; in dem Augenblicke aber, wo ein in die Flüssigkeit geworfenes Stück Zinn mit dem Kupfer oder Messing in Berührung kommt, wirken beide Metalle als ein electrisches Element, und das Kupfer oder Messing überzieht sich plötzlich mit Zinn. Auf diese Weise pflegt man z. B. messingene Stecknadeln „weiß zu sieden“. Zu demselben Zwecke werden auch noch manche andere Zinnlösungen benutzt; die Wirkung ist aber stets dieselbe. Den Versuch kannst du leicht anstellen.

Auch auf galvanischem Wege, mit Hülfe einer electrischen Batterie, kann man andere Metalle verzinnen.

Das Verzinnen des Eisens wird durch Eintauchen des mit Schwefelsäure gereinigten und abgescheuerten Eisens in geschmolzenes und mit Fett bedecktes Zinn bewirkt.

Das Zinn wirkt auf das Eisen nur in so fern schützend, als es dasselbe mit einer für die Luft und Feuchtigkeit undurchdringlichen Schichte überzieht. Wird aber das Eisen entblößt, so wirkt das Zinn sogar in entgegengesetzter Weise, indem es mit dem Zinn ein electrisches Element bildet, wobei das Eisen electropositiv ist, sich also noch leichter als für sich allein oxydirt. Man pflegt daher in neuester Zeit die Geräthe lieber erst aus Eisenblech zu verfertigen und dann erst zu verzinnen, um die Bloßlegung des Eisens auf den Schnittflächen zu vermeiden. Man nennt diese Waaren häufig *galvanisirt*.

Von den Legirungen des Zinnes habe ich außer dem *Schnellloth* der Klempner (Blei und Zinn) die *Bronze* (aus Kupfer und Zinn, meist mit etwas Zink und Blei) anzuführen. Diese zeichnet sich durch die Leichtigkeit aus, mit der sie sich, bei großer Härte, gießen und feilen läßt. Die *Glockenspeise* und das *Kanonenmetall* sind ebenfalls Legirungen von Kupfer und Zinn.

Das unächte *Blattsilber* ist eine zu dünnen Blättchen ausgeschlagene Legirung von Zinn und Zink.

In seinem chemischen Verhalten bildet das Zinn das wichtigste einer ganzen Gruppe von Metallen, welche sich dadurch characterisiren, daß sie vorzugsweise leicht Säuren zu bilden im Stande sind. Es gehören zu derselben noch mehrere seltenere Metalle; nämlich:

Titan. Das Titan findet sich in der Natur als Titansäure TiO_2 im Rutil und kommt außerdem im Titaneisen mit Eisen und Sauerstoff verbunden vor.

Das *Wolfram* findet sich in einigen Mineralien als Wolframsäure in Verbindung mit Basen, so z. B. im Tungstein als wolframsaurer Kalk.

Das *Molybdän* kommt namentlich als Schwefelmolybdän (Molybdänglanz) und als molybdänsaures Bleioxyd (Gelbbleierz) vor. Außer

der Molybdänsäure MoO_3 bildet das Metall noch zwei andere Sauerstoffstufen. Das molybdänsaure Ammoniak, welches man leicht durch Behandeln des gerösteten Schwefelmolybdäns mit Ammoniak erhält, dient als Erkennungsmittel für die Phosphorsäure, von welcher auch die geringsten Mengen durch den gelben Niederschlag angezeigt werden, welchen dasselbe in der Phosphorsäure haltenden Lösung in Gegenwart von Salpetersäure hervorbringt. Dieser enthält alle Phosphorsäure und außerdem Molybdänsäure und Ammoniak, jedoch in einer noch nicht näher gekannten Verbindungsweise. Das molybdänsaure Ammoniak kann auch aus dem Gelbbleierz durch wiederholtes Eindampfen mit concentrirter Salpetersäure erhalten werden, welche sich mit dem Bleioxyd verbindet. Nach dem Ausziehen mit Wasser löst sich die Molybdänsäure in Ammoniak auf.

Das Vanadium findet sich noch seltener als die vorhergehenden in den Vanadinsäuresalzen.

Das Tantal, das Niobium und das Pelopium finden sich meist gemeinschaftlich in einigen sehr seltenen Mineralien und sind noch wenig gekannt.

Ich komme im nächsten Briefe zu einem Metalle, welches ebenfalls zu den säurebildenden gehört und außerdem große Aehnlichkeit mit dem Arsen zeigt (welches, wenn man es ein Metall nennen und von dem Phosphor lostrennen wollte, auch hierher gehören würde), nämlich zu dem Antimon.

68. Brief.

Antimon; Eigenſchaften, Verhalten in der Hitze. Oxyde. Verhalten zu Säuren. Chlorverbindungen. Schwefelverbindungen, Kermes u. ſ. w. Antimonwaſſerſtoff; Unterſcheidung von Arſenwaſſerſtoff. Löthrohrproben. — Aufgaben.

Das

Antimon (Spießglanz)
Sb (Stibium) = 129

kennſt du ſchon aus dem erſten Theil dieſer Briefe; eben ſo eine ſeiner Verbindungen mit Sauerſtoff und eine ſeiner Schwefelungsſtufen. Du wirſt die äußere Aehnlichkeit des Antimonmetalls mit dem Wismuth nicht verkennen; es iſt eben ſo ſpröde, aber härter als daſſelbe und eben ſo leicht in Kryſtallform zu erhalten. Zwiſchen den Fingern gerieben ertheilt es denſelben einen eigenthümlichen Geruch.

Das Antimon überzieht ſich an der Luft mit einem Häutchen von Suboxyd; in der Glühhitze oxydirt es ſich ſchnell zu Oxyd. Die hierbei entwickelte Hitze iſt ſtark genug, um das Metall noch längere Zeit glühend zu erhalten, ſo daß es ſich dann in einem Luftſtrom ohne Beihülfe von Wärme noch weiter oxydirt.

Dieſe Eigenſchaft läßt ſich durch ein recht hübſches Experiment veranſchaulichen: Erhitze ein Stück Antimonmetall, das du nach und nach etwas größer nehmen kannſt, auf der Kohle vor dem Löthrohr zum Schmelzen; du wirſt dann bei Anwendung der Oxydationsflamme einen weißen Rauch von Antimonoxyd von dem Metalle aufſteigen ſehen, und wenn du nun die Kohle aus der Flamme nimmſt und fortfährſt, mit dem Löthrohr allein Luft auf das geſchmolzene Metall zu blaſen, ſo wird dieſes auch außerhalb der Flamme fortfahren zu glühen und ſich unter ſtarker Entwickelung des weißen Rauches zu oxydiren. Wenn du dann *das geſchmolzene Metall* auf den Boden oder den Tiſch fallen

läſſeſt, ſo wird es ſich in unzählige Kügelchen ſpalten, die mit einer hüpfenden Bewegung nach allen Seiten auseinander fahren, fortwährend glühen und den weißen Rauch bilden, wodurch die zierliche Erſcheinung eines glänzenden Sternes entſteht, welcher auch nach vollkommenem Verlöſchen des brennenden Metalls auf dem Boden in ſchwarzen und weißen Streifen und punctirten Linien ſichtbar iſt.

Das Product dieſer Verbrennung des Antimons iſt Antimonoxyd SbO_3 (von ähnlicher Zuſammenſetzung wie die arſenige Säure und iſomorph mit derſelben, weshalb ſie auch antimonige Säure genannt wird). Um daſſelbe in größerer Menge und in kryſtalliniſcher Form darzuſtellen, brauchſt du nur etwas Antimon in einem Tiegel, der zwiſchen Kohlen ſchief einzuſetzen und loſe zu bedecken iſt, ziemlich ſtark zu erhitzen. Das Antimonoxyd ſetzt ſich dann in glänzenden Kryſtallnadeln an den Wänden des Tiegels an. (Die Darſtellung auf naſſem Wege ſiehe weiter unten.) Das Antimonoxyd wirſt du in der Hitze ſchmelzbar und in der Reductionsflamme leicht reducirbar finden. Auch durch Waſſerſtoff und durch Kohlenoxyd kannſt du, wenn du die Mühe nicht ſcheuſt, das Antimon ſehr ſchnell daraus erhalten. Wenn man ſaures weinſteinſaures Kali (Weinſtein, ſiehe Präp. XI) mit Antimonoxyd kocht, ſo löſt ſich dieſes auf und aus der Löſung kryſtalliſirt ein Doppelſalz von neutralem weinſteinſaurem Kali und weinſteinſaurem Antimonoxyd, welches unter dem Namen Brechweinſtein in der Medicin, vorzüglich als Brechmittel, gebraucht wird. In größeren Mengen wirkt er giftig, wie die meiſten Antimonverbindungen.

Die Antimonſäure SbO_5 entſteht beim Behandeln des gepulverten Metalls mit ſtarker Salpeterſäure oder beſſer mit Königswaſſer; ſchwächere Säure liefert ein Gemiſch von Antimon-Oxyd und -Säure. Es gleicht der Zinnſäure ſowohl im Aeußeren als auch in der Eigenſchaft der Unlöslichkeit im Waſſer. Auch in Salpeterſäure iſt ſie unlöslich, dagegen löſt ſie ſich leicht in Weinſteinſäure auf. Die Darſtellung kennſt du ſchon von früher (Präp. VII), wo ich der Einfachheit halber für das damals erhaltene Gemiſch den Namen Antimonoxyd gebraucht habe. Das weiße Pulver iſt eigentlich das Hydrat SbO_5, HO; es verliert aber das Waſſer ſchon bei geringem Erhitzen. Die Antimonſäure färbt ſich beim Erhitzen jedesmal etwas dunkler und entwickelt beim Glühen Sauerſtoff, indem es ſich in eine Verbindung der beiden Oxyde, in SbO_5, SbO_3 ($= 2\,SbO_4$) verwandelt.

Die Antimonſäure iſt in Salzſäure, obwohl ſchwierig, löslich; ſie verbindet ſich mit den Alkalien zu löslichen Salzen; beim Schmelzen des antimonſauren Kali's geht ſie in eine andere Modification über, die auch durch Fällen des Antimonchlorids (ſ. u.) erhalten wird und die den Namen Metantimonſäure trägt. Dieſe wird aus ihrem Kaliſalz

durch Salpeterſäure abgeſchieden, iſt in Salzſäure leicht löslich und bildet mit Natron ein faſt ganz unlösliches Salz. Das metantimonſaure Kali geht jedoch ſehr ſchnell wieder in gewöhnliches antimonſaures über.

Das Antimon wird ſelbſt in der Siedehitze von Salzſäure nur ſehr wenig, von Schwefelſäure leichter angegriffen; in letzterem Falle entſteht ſchwefelſaures Antimonoxyd und ſchweflige Säure.

Mit Chlor verbindet ſich das gepulverte Metall, wie du weißt, unter Lichtentwickelung. Es bildet ſich dabei je nach der Menge des Antimons Dreifach- oder Fünffach-Chlorantimon.

Das Dreifach-Chlorantimon oder Antimonchlorür $SbCl_3$ wird erhalten, wenn man Chlorgas über erhitztes Antimon in Ueberſchuß leitet. Beim Behandeln des natürlich vorkommenden Schwefelantimons SbS_3 mit Salzſäure erhält man das Chlorür in Löſung (Präp. XLV) und kann daraus die waſſerfreie Verbindung durch Abdampfen in einer Retorte abſcheiden. Es ſtellt alsdann eine kryſtalliniſche, leicht ſchmelzbare und deſtillirbare Maſſe dar, die den Namen Antimonbutter erhalten hat. Bei Zuſatz von Waſſer löſt es ſich nicht mehr unzerſetzt auf, ſondern ſcheidet ein baſiſches Salz, das ſogenannte Algarothpulver $SbCl_3 + 5\,SbO_3$ ab. Gegenwart von Weinſteinſäure oder Salzſäure verhindert die Entſtehung dieſer Verbindung.

Das Antimonchlorür dient in der Chirurgie und zum Bronciren des Eiſens, welches es mit einer dünnen Schichte von metalliſchem Antimon überzieht und dadurch vor dem Roſten ſchützt.

Das Antimonchlorid, oder Fünffach-Chlorantimon, auch Antimonſuperchlorid genannt, $SbCl_5$, entſteht beim Erhitzen von Antimon in überſchüſſigem Chlor. Es bildet eine farbloſe, an der Luft ſtark rauchende Flüſſigkeit; welche beim Erhitzen Chlor entwickelt und beim Vermiſchen mit Waſſer Metantimonſäurehydrat ausfallen läßt. Die Darſtellung deſſelben wirſt du nicht vornehmen; auch die Darſtellung des waſſerfreien Chlorürs iſt nicht nothwendig durch Anſchauung kennen zu lernen.

Den Oxydationsſtufen und den Chlorverbindungen analog ſind auch die Schwefelungsſtufen des Antimons zuſammengeſetzt. Das Antimonſulfür SbS_3 findet ſich in der Natur als Grauſpießglanzerz in grauen metallglänzenden kryſtalliniſchen Maſſen (Antimonium crudum des Handels). Es iſt ſehr leicht ſchmelzbar und kann auch durch Zuſammenſchmelzen der Elemente erhalten werden. Die Einwirkung der Salzſäure darauf kennſt du:

$$SbS_3 + 3\,HCl = 3\,HS + SbS_3.$$

Die ſo erhaltene Löſung des Antimonchlorürs ſcheidet bei Zuſatz von *kauſtiſchen oder kohlenſauren* Alkalien Antimonoxyd in Geſtalt eines

kryſtalliniſchen Niederſchlags aus, den du beſonders ſchön kryſtalliſirt erhalten kannſt, wenn du die Löſung zu kochendem kohlenſaurem Natron allmälig zuſetzeſt. In der Kälte fällt das Hydrat aus, welches du im Ueberſchuß von Kali oder Natron leicht löslich finden wirſt.

Daß durch Behandeln der Antimonchlorürlöſung mit Schwefelwaſſerſtoff amorphes orangerothes Schwefelantimon entſteht, haſt du ſchon (Präp. XLV) erfahren und ich kann dich auf jenen Verſuch verweiſen. Durch Erhitzen des rothen Niederſchlags kann man denſelben in den grauen kryſtalliniſchen Zuſtand überführen, und das natürlich vorkommende kryſtalliniſche Schwefelantimon kann man durch wiederholtes Schmelzen und raſches Abkühlen umgekehrt in das rothe amorphe umwandeln.

Das Schwefelantimon, wie es im fein vertheilten Zuſtande gefällt worden, löſt ſich nach dem Abfiltriren in Schwefelalkalimetallen auf, indem es ſich als eine Sulfoſäure mit den Sulfobaſen zu Sulfoſalzen verbindet. Aus dieſer Löſung fällen Säuren das Schwefelantimon unverändert aus. Das graue Schwefelantimon — dieſen Verſuch haſt du jedenfalls anzuſtellen — wird beim Kochen mit kohlenſaurem Natron und Waſſer aufgelöſt. Es bildet ſich nämlich durch gegenſeitige Zerſetzung und unter Entweichen von Kohlenſäure Schwefelnatrium und Antimonoxyd. Erſteres verbindet ſich mit unverändertem Schwefelantimon, letzteres mit Alkali, und es kommen ſomit zwei Salze in Löſung: Schwefelantimon-Schwefelnatrium und Antimonoxyd-Kali. Schon beim Erkalten, raſcher noch beim Zuſatz einer Säure, fällt ſowohl das Schwefelantimon als das Antimonoxyd mit etwas Alkali gemengt aus der Löſung in Geſtalt eines rothen, kryſtalliniſchen Niederſchlages aus, der je nach dem Verhältniß der angewandten Subſtanzen und der Ausführung des Verfahrens von ſehr wechſelnder Zuſammenſetzung ſein kann. Er wird unter dem Namen Kermes auf ſehr verſchiedene Weiſe und auch auf trockenem Wege dargeſtellt und in der Medicin angewandt. Haſt du die Löſung und den Niederſchlag erhalten, wie eben geſagt, ſo brauchſt du aber nicht weiter dich um dieſe Methoden zu bekümmern, die hauptſächlich nur ein pharmaceutiſches Intereſſe beſitzen.

Beim Kochen des Schwefelantimons mit kauſtiſchem Kali findet ein ähnlicher Vorgang ſtatt. Man kann ihn durch folgende Gleichung darſtellen:

$$2\,SbS_3 + 6\,KO = 3\,KS,\,SbS_3 + 3\,KO,\,SbO_3.$$

Bei überſchüſſigem Kali erhält man eine vollſtändige Löſung, die beim Behandeln mit einer Säure nur Schwefelantimon abſcheidet:

$$3\,KS,\,SbS_3 + 3\,KO,\,SbO_3 + 6\,HCl = 6\,KCl + 2\,SbS_3 + 6\,HO,$$

ohne daß ſich Schwefelwaſſerſtoff entwickelt.

Auch dieser Versuch ist leicht anzustellen und sehr lehrreich.

Das Antimonsulfür verbindet sich in mehreren Verhältnissen mit dem Antimonoxyd; diese Verbindungen, welche je nach dem Verhältniß der Bestandtheile Spießglanzglas, Spießglanzsafran u. s. w. heißen, finden in der Medicin Anwendung.

Das Antimonsulfid SbS_5 wird durch Schwefelwasserstoff aus der Lösung des Antimonchlorids als gelber, in Kali und Schwefelalkalimetallen leicht löslicher Niederschlag gefällt. Eine Verbindung desselben mit Schwefelnatrium wird durch Kochen von Antimonsulfür, Schwefel und Natron in Lösung erhalten, woraus dieses Sulfo-Salz durch Abkühlung krystallisirt. Es hat die Zusammensetzung

$$3\,NaS,\ SbS_5 + 18\,HO.$$

Du wirst wohl thun, es wenigstens in geringer Menge darzustellen, da aus seiner Lösung durch Säurezusatz das Antimonsulfid in Gestalt eines schönen goldgelben Pulvers, Goldschwefel genannt, ausgefällt wird.

Wie das Arsen, so verbindet sich auch das Antimon mit Wasserstoff; die Verbindung hat die Formel SbH_3 und entsteht beim Behandeln einer Legirung von Zink und Antimon mit Schwefelsäure, so wie wenn Wasserstoff in einer Antimonoxyd enthaltenden Lösung entwickelt wird.

Setze also deinen Apparat wieder zusammen, der dir schon früher für das Arsenwasserstoffgas gedient hat und füge zu dem Zink und der Schwefelsäure eine Auflösung von Antimonchlorür; der entweichende Wasserstoff wird sowohl beim Glühen in der Glasröhre, wie auch beim Anzünden und Abkühlen mittelst eines Porzellanstückes Metallflecken abscheiden.

Dieselben unterscheiden sich indessen von denen des Arsens schon durch ihre dunklere Farbe, auch wirst du sie in unterchlorigsaurem Natron unlöslich finden. (Nur wenn die angewandte Antimonverbindung, was sehr häufig der Fall ist, Arsen enthält, löst sich ein Theil des abgesetzten Metalles auf.) Ferner wirst du den Metallring, wenn du ihn ebenso wie den Arsenring mit Schwefelwasserstoff- und dann mit Salzsäuregas behandelst, vollständig verschwinden sehen, und die Flocken auf dem Porzellan werden durch Salpetersäure zwar oxydirt, aber nicht gelöst; die abfiltrirte Flüssigkeit giebt also nur bei Gegenwart von Arsen einen gelben Niederschlag mit Schwefelwasserstoff. Erst beim Zusatz von Weinsteinsäure löst sich das durch Salpetersäure gebildete Oxyd auf und zeigt dann das Verhalten der Antimonlösungen zu den Reagentien.

kryſtalliniſchen Niederſ
erhalten kannſt, wenn
allmälig zuſetzeſt. Ju
Ueberſchuß von Kali

Daß durch Behand
ſtoff amorphes orange
(Präp. XLV) erfahren
Durch Erhitzen des roth
grauen kryſtalliniſchen Zu
kryſtalliniſche Schwefelan
und raſches Abkühlen um

Das Schwefelantimo
worden, löſt ſich nach dem
es ſich als eine Sulfoſ
bindet. Aus dieſer Löſung
ändert aus. Das graue
jedenfalls anzuſtellen — wi
Waſſer aufgelöſt. Es bi
und unter Entweichen von
oxyd. Erſteres verbindet ſi
teres mit Alkali, und es
felantimon-Schwefelnatrium
kalten, raſcher noch beim Zu
antimon als das Antimonoxy
in Geſtalt eines rothen, kry
dem Verhältniß der angewan
Verfahrens von ſehr wechſel
unter dem Namen Kermes
trockenem Wege dargeſtellt un
Löſung und den Niederſchlag
aber nicht weiter dich um dieſ
lich nur ein pharmaceutiſches Ju

Beim Kochen des Schwefela
ähnlicher Vorgang ſtatt. Man ka
ſtellen:

$$2\,SbS_3 + 6\,KO = 3\,K$$

Bei überſchüſſigem Kali erhält
beim Behandeln mit einer Säure nur

$$3\,KS,\,SbS_3 + 3\,KO,$$
$$= 6\,KCl + 2\,SbS_3$$

ohne daß ſich Schwefelwaſſerſtoff entwickelt

69. Brief.

...ellung des ſalpeterſauren Kobaltoxydals aus dem Kobaltkies. Verhalten der Kobalt-
...Verhalten der Metalloxyde zur Kobaltlöſung vor dem Löthrohr. — Nickel; Eigenſchaften.
...halten der Salze. Löthrohrprobe. Trennung von Nickel und Kobalt. — Kadmium.
...und Gewinnung. Verhalten ſeiner Salze, Schwefelkadmium. — Uran. — Lithium.

...ind noch einige Metalle übrig, die wir heute nach einander
... wollen.

...davon ſind in vielen Beziehungen einander ſo ähnlich, daß
...ſcheidung und namentlich die Trennung ihrer Verbindungen
...ßten Schwierigkeiten verknüpft iſt. Beide haben ſowohl für
...h in ihrem chemiſchen Verhalten mit dem Eiſen viele Aehn-
...liches ſie auch faſt überall, obwohl nur in geringer Menge
...Es ſind das Kobalt und das Nickel.

Kobalt

CO = 29,5

...der Reduction aus ſeinem Oxyde, mittelſt Waſſerſtoff, als
... in ſehr hoher Temperatur ſchmelzbares Metall dar,
... ſo magnetiſch iſt, wie das Eiſen. Das Kobalt findet
... in Begleitung von Arſen und Schwefel, oder als
...d.

...mmt im Handel weder rein noch in irgend einer
...ß du dieſelbe zur Darſtellung der übrigen anwen-
... der Kobaltkies ($CoS + Co_2S_3$) und
man jedoch zu einem billigen
...rſt am beſten thun, dir eine
damit die folgenden Verſuche
...ure werden die Erze oxydirt

Von dieſen haſt du dir außer den im Verlaufe dieſer Mittheilungen bereits erwähnten, die auch für die gebräuchlichſte Verbindung des Antimons, den Brechweinſtein, gelten, noch folgende zu bemerken.

Alle Antimonverbindungen — du kannſt zur Probe das gewöhnliche Schwefelantimon wählen — geben beim Erhitzen mit Soda in der Reductionsflamme ſpröde Metallkörner, die ſich beim Glühen für ſich in der Oxydationsflamme mit flüchtigen weißen Beſchlägen ohne Geruch verflüchtigen.

Sowohl von der Borax- als auch von der Phosphorſalzperle wird das Antimonoxyd leicht in größerer Menge zu klarem, in der Hitze gelblich erſcheinendem Glaſe aufgelöſt, das in der Reductionsflamme auf Kohle zum Theil reducirt und verflüchtigt wird.

Von den Legirungen des Antimons erwähne ich das Britanniametall, welches aus Zinn und Antimon, meiſt mit einem geringen Zuſatze von Blei und Kupfer beſteht, und das Lettern metall, welches aus Antimon und Blei zuſammengeſetzt iſt.

Du haſt in den in dieſem Briefe ausgeſprochenen Thatſachen und angedeuteten Experimenten hinlänglich Stoff zum Denken, Studiren und Probiren, und ich rathe dir, namentlich die Verſuche über das Antimonwaſſerſtoff im Vergleich zum Arſenwaſſerſtoff, ſo wie das Verhalten des Schwefelantimons mit Sorgfalt durchzugehen. Auch will ich deshalb heute kein anderes Metall dir vorführen, ſondern nur noch ein paar Rechenaufgaben anſchließen, die du während des Verlaufs deiner Experimente rechnen magſt.

1) Wenn man von einem Platinerz weiß, daß es 90% reines Platina enthält, und man, um daraus Platinchlorid darzuſtellen, 4 Loth davon verwendet: wie findet man die Menge Kali, welche durch die erhaltene Löſung ausgefällt werden kann, wenn man annimmt, daß bei dem Zuſatze des Platinchlorids kein Ueberſchuß angewandt wird? Wie groß iſt dieſe Menge Kali?

2) Wie viel Kohlenſäure erhält man aus 12½ Pfund kohlenſaurem Kalk, der als fremde Beimiſchung 3% Kieſelſäureſalze und 30% kohlenſaure Magneſia enthält?

---

69. Brief.

Kobalt. Darſtellung des ſalpeterſauren Kobaltoxyduls aus dem Kobaltkies. Verhalten der Kobaltſalze. Smalte. Verhalten der Metalloxyde zur Kobaltlöſung vor dem Löthrohr. — Nickel; Eigenſchaften. Neuſilber. Verhalten der Salze. Löthrohrprobe. Trennung von Nickel und Kobalt. — Kadmium. Eigenſchaften und Gewinnung. Verhalten ſeiner Salze, Schwefelkadmium. — Uran. — Lithium.

Es ſind noch einige Metalle übrig, die wir heute nach einander vornehmen wollen.

Zwei davon ſind in vielen Beziehungen einander ſo ähnlich, daß eine Unterſcheidung und namentlich die Trennung ihrer Verbindungen mit den größten Schwierigkeiten verknüpft iſt. Beide haben ſowohl für ſich als auch in ihrem chemiſchen Verhalten mit dem Eiſen viele Aehnlichkeit, welches ſie auch faſt überall, obwohl nur in geringer Menge begleiten. Es ſind das Kobalt und das Nickel.

Das

Kobalt

$CO = 29{,}5$

ſtellt ſich nach der Reduction aus ſeinem Oxyde, mittelſt Waſſerſtoff, als ein ſtahlgraues, in ſehr hoher Temperatur ſchmelzbares Metall dar, welches faſt eben ſo magnetiſch iſt, wie das Eiſen. Das Kobalt findet ſich ſelten, meiſt in Begleitung von Arſen und Schwefel, oder als Begleiter des Eiſens.

Das Kobalt kommt im Handel weder rein noch in irgend einer Verbindung ſo vor, daß du dieſelbe zur Darſtellung der übrigen anwenden könnteſt. Zwei ſeiner Erze, der Kobaltkies ($CoS + Co_2S_3$) und der Kobaltglanz ($CoAs + CoS_2$) findet man jedoch zu einem billigen Preis in Mineralienhandlungen. Du wirſt am beſten thun, dir eine kleine Menge davon zu verſchaffen und die folgenden Verſuche anzuſtellen. Beim Erhitzen mit Sa[illegible] die Erze oxydirt

und man erhält eine schöne rosenrothe Flüssigkeit, welche wesentlich salpetersaures Kobaltoxydul CoO, NO_5 in Lösung enthält. Einen Theil derselben dampfe zur Kryſtallisation ein und stelle aus den entstandenen kleinen rothen Kryſtallen eine etwas verdünnte Lösung dar, die du zu Löthrohrproben nöthig und daher unter den Löthrohrreagentien als „Kobaltlösung“ aufzubewahren hast. Aus der Mutterlauge wirst du auf Zusatz von Kali einen blauen Niederschlag von Kobaltoxydulhydrat in basischer Verbindung mit Salpetersäure erhalten; beim Kochen nimmt er eine rosenrothe Farbe an und besteht dann aus reinem Kobaltoxydulhydrat, welches beim Glühen in reines olivengrünes Kobaltoxydul übergeht. Dieses zieht an der Luft Sauerstoff an und verbindet sich damit zu einem dem Magneteisen ähnlich zusammengesetzten Oxydoxyd.

Das Kobaltoxydul bildet mit den Säuren stets roth gefärbte Salze. Das Kobaltoxyd Co_2O_3 entsteht beim Behandeln des Kobaltoxydulhydrats mit Chlor, als schwarzes Pulver; es bildet keine Salze.

Die Salze des Kobaltoxyduls sind rosenroth oder pfirsichblüthroth; die meisten gehen beim Erwärmen (zum Theil unter Wasserverlust) in eine blaue Modification über; beim Erkalten tritt aber wieder (zum Theil unter Wasseraufnahme) die blaue Farbe auf. Man wendet daher Kobaltsalze und namentlich Chlorkobalt zu sympathetischen Dinten an; wenn man nämlich das Kobaltoxydulhydrat in möglichst wenig Salzsäure auflöst und die Lösung hinreichend verdünnt, so erhält man eine Flüssigkeit, welche, als Dinte benützt, fast ganz unsichtbare Züge giebt. Bei gelindem Erwärmen des Papiers geht aber das Kobaltsalz in die blaue Modification über und die Schrift wird leserlich, um beim Erkalten wieder zu verschwinden u. s. w.

Beim Befeuchten von Soda und Kieselsäure mit Kobaltlösung und Zusammenschmelzen vor dem Löthrohr wirst du eine intensiv dunkelblaue Perle erhalten, deren feinstes Pulver schön blau erscheint. Alle Glasflüsse werden so gefärbt; das kieselsaure Kobaltoxydul zeigt aber die schönste Farbe und wird daher auch fabrikmäßig dargestellt, um fein gemahlen und geschlämmt als Smalte in den Handel zu kommen, welche zum Bläuen der Wäsche, des Papiers u. s. w. gebraucht wird. Die Smalte wird durch Färben von Glas mittelst gerösteten Kobalterzen (Zaffer oder Saflor) erzeugt. Dabei fällt die sogenannte Nickel- oder Kobaltspeise als Nebenprodukt; sie besteht aus dem Nickel und Arsen, welche bei dem Rösten und Schmelzen der angewandten Kobalterze nicht zugleich oxydirt worden waren und die sich daher beim Zusatze zum Glase nicht lösen können. Diese später vom Glase getrennte Nickelspeise dient zur Darstellung des Nickels.

Aus dem salpetersauren Kobaltoxydul wirst du auf Zusatz von kohlensauren Alkalien einen pfirsichblüthrothen Niederschlag von basisch koh-

lenſaurem Kobaltoxydul erhalten. Ammoniak bringt anfangs einen blauen Niederſchlag hervor; derſelbe löſt ſich aber im Ueberſchuß mit braunrother Farbe auf; bei Gegenwart von Ammoniak wird durch Kali nichts gefällt.

Schwefelwaſſerſtoff fällt das Kobalt aus ſauren Löſungen nicht.

Die blaue Perle, welche alle Kobaltverbindungen mit Borax oder Phosphorſalz geben, iſt beſonders characteriſtiſch.

Manche Oxyde werden beim Erhitzen mit Kobaltlöſungen in der Löthrohrflamme eigenthümlich gefärbt, ſo zwar, daß dieſe Färbung für die betreffenden Oxyde bezeichnend iſt und zu deren Erkennung dienen kann.

Du wirſt beim Glühen der Oxyde auf Kohle nach dem Befeuchten mit einem Tropfen Kobaltlöſung und nochmaligem Glühen folgende Farben ſehr leicht erkennen können:

Magneſia: blaß fleiſchroth, erſt nach dem Abkühlen erkennbar.
Thonerde: blau, nach langem Blaſen und bei der Abkühlung auftretend.
Kieſelſäure: blau, bei größerem Zuſatz ſchwarz.
Zinkoxyd: ſchön gelblichgrün.
Zinnoxyd: blaugrün.

Das

Nickel

Ni = 29,6

kommt faſt immer gleichzeitig mit dem Kobalt vor und gleicht ihm auch in ſeinem Atomgewicht. Es iſt ein ſilberweißes, ſehr ſtrengflüſſiges, hartes und ziemlich dehnbares Metall, das in ſeinen Legirungen mit anderen Metallen oder Metallgemiſchen die Eigenthümlichkeit zeigt, denſelben je nach ſeiner Menge eine mehr oder weniger weiße Farbe zu ertheilen. So wird es z. B. zur Darſtellung des Neuſilbers benutzt, indem man das Meſſing mit 25—40% Nickel zuſammenſchmilzt.

Haſt du vielleicht Gelegenheit, von einer Neuſilberhandlung etwas metalliſches Nickel zu bekommen, ſo verſchaffe dir einige Unzen dieſes auch in ſeinen Verbindungen recht intereſſanten Metalls; du wirſt es in Geſtalt kleiner poröſer Würfel erhalten, deren Urſprung ich dir ſpäter erklären will, und die entweder für ſich, oder unter der Feile einen ſilberweißen Glanz annehmen.

Für den Fall, daß du das Metall erhalten könnteſt, will ich die kurzen Angaben über die Darſtellung ſeiner wichtigſten

hier folgen laſſen, woraus du das Verhalten derſelben hinlänglich erſehen magſt.

Bei Behandlung mit verdünnter Schwefelſäure, unter Zuſatz von etwas Salpeterſäure, erhält man eine grüne Löſung von ſchwefelſaurem Nickeloxydul, aus welcher nach dem Erkalten der abgedampften Auflöſung ſmaragdgrüne Kryſtalle von ziemlicher Größe anſchießen, die 7 Aequivalente Waſſer enthalten. Beim Erhitzen geben ſie ihr Waſſer ab und werden gelb.

Beim Behandeln des Metalls mit Salzſäure unter Zuſatz von Salpeterſäure erhält man das grüne Nickelchlorür, welches aber weniger ſchöne Kryſtalle liefert.

Kali und Natron fällen aus dieſen Löſungen apfelgrünes Nickeloxydulhydrat, welches in Ammoniak mit ſchön blauer Farbe — ähnlich den Kupferſalzen — wieder gelöſt wird. Beim Glühen dieſes Niederſchlages erhält man ein grünlich-graues Pulver von Nickeloxydul NiO, welches ſich in Säure leicht löſt. Der Sauerſtoff iſt darin ſo loſe gebunden, daß es ſchon beim Glühen in ſchlecht verſchloſſenen Gefäßen zwiſchen Kohlen durch das eindringende Kohlenoxyd reducirt wird.

Da man dieſe Reduction früher der Wirkung der Hitze allein zuſchrieb, ſo rechnete man das Nickel deshalb irrthümlich zu den edlen Metallen.

In allen ſeinen Verbindungen und Eigenſchaften ſteht das Nickel dem Eiſen und Kobalt ſehr nahe und die Trennung von dieſen Metallen, namentlich von dem letzteren, gehört zu den ſchwierigſten, die es giebt; auch werden bei der Anwendung von dem käuflichen, unreinen Nickel zur Darſtellung ſeiner Verbindungen immer nur unreine Produkte erhalten, die namentlich Eiſen, Kobalt und Arſen enthalten. Um dieſe Metalle zu trennen, ſind ſehr viele Vorſchriften gegeben worden, die aber zu umſtändlich ſind, als daß du ſie bei etwaiger Darſtellung dieſer Präparate befolgen ſollteſt, die zu dem Zwecke, den du vor Augen haſt, ohnehin rein genug ausfallen.

Aus den Nickeloxydulſalzlöſungen erhält man mit kohlenſaurem Alkali einen hellblauen Niederſchlag von kohlenſaurem Nickeloxydul, der wie das Hydrat in Ammoniak mit blauer Farbe löslich iſt.

Mit Kleeſäure erhält man nach einiger Zeit einen ſehr feinen kryſtalliniſchen, ſchweren Niederſchlag von kleeſaurem Nickeloxydul, der eine ſehr ſchöne und zarte bläuliche Farbe beſitzt. Beim Glühen dieſes Niederſchlages unter Abhaltung des Luftzutrittes wird ſchwammiges Metall erhalten.

Der Phosphorſalz- und Borarperle ertheilen die Nickelverbindungen in der äußeren Flamme eine blaßröthliche Farbe; auf Kohle in der Reductionsflamme erhitzt, färbt ſich die Borarperle namentlich unter

Zuſatz von etwas Zinn durch reducirtes Nickel grau. Die Gegenwart der geringſten Mengen Kobalt läßt in beiden Fällen die Perle blau erſcheinen.

Um eine vollſtändige Trennung von wenig Kobalt von viel Nickel in ſeinen Salzen zu bewirken, iſt es am einfachſten, durch die neutrale Löſung des Chlorürs in der Kälte Chlor zu leiten und dann kohlenſauren Baryt zuzuſetzen. Dadurch wird alles Kobalt als Kobaltoxyd, aber keine Spur Nickel gefällt, ſo daß man aus der nach einiger Zeit filtrirten Löſung kobaltfreies Nickeloxydhydrat erhalten kann. Arſen fällt man vorher durch Schwefelwaſſerſtoff unter Zuſatz von ſchwefliger Säure, worauf aber vor dem Einleiten des Chlors längere Zeit gekocht werden muß.

Das

Kadmium

Cd = 56

ſteht dem Zink in jeder Beziehung am nächſten; es begleitet dieſes Metall ſtets und unterſcheidet ſich von demſelben in ſeinen phyſikaliſchen Eigenſchaften hauptſächlich dadurch, daß es dehnbarer, weicher, leichter ſchmelzbar und leichter flüchtig iſt. Wird daher das Zink aus ſeinen Erzen durch Deſtillation abgeſchieden, ſo ſind die zuerſt übergehenden Antheile beſonders kadmiumreich und es kann daraus durch wiederholte Deſtillation das Kadmium rein erhalten werden. Auch aus den zuerſt entſtehenden kadmiumhaltigen Zinkblumen kann man dieſes Metall durch einen Reductions- und Deſtillationsproceß gewinnen. Immerhin jedoch erhält man es auf dieſem Wege nur mit Zink gemiſcht.

Aus einer Löſung eines Kadmiumoxydſalzes wird das Schwefelkadmium auch in Gegenwart von Salzſäure als prachtvoll gelber Niederſchlag erhalten. Zink wird unter dieſen Umſtänden nicht gefällt. Dieſer Umſtand kann zur Trennung beider Metalle, ſo wie zur Erkennung der Gegenwart des Kadmiums im Zink benutzt werden. Das ſchleſiſche Zink iſt beſonders reich an dieſem Metalle und man kann oft in den Löſungen ſeiner Salze den Niederſchlag in hinreichender Menge erhalten. Da indeſſen das Kadmium, behufs ſeiner Verwendung in Laboratorien u. ſ. w., in Schleſien in einiger Menge gewonnen wird, ſo wird es im Zink immer ſeltener. Vielleicht haſt du Gelegenheit, von dort etwas von dieſem ſchönen Metall zu erhalten und dir von der gelben Farbe, die als jaune brillant im Handel vorkommt, ſelbſt etwas darzuſtellen.

Die Kadmiumlöſungen unterſcheiden ſich von den entſprechenden Zinkes auch noch dadurch, daß ſie mit Kali einen im Ueberſchuſſe

in Ammoniumoxyd verwandeln kann. Dieſes letztere zu iſoliren iſt bisher ebenfalls noch nicht gelungen, denn daß die Löſung des Ammoniaks in Waſſer oder feuchtes Ammoniakgas ſchon das fertige Oxyd nicht enthalten, geht aus dem Umſtande mit Sicherheit hervor, daß man durch alle Mittel, welche Gaſe von der blos beigemiſchten Feuchtigkeit befreien, auch letzteres trocknen kann, und daß man noch keine Andeutung davon hat, daß es eine Auflöſung von Ammoniak in Waſſer nach beſtimmten Verhältniſſen gebe. Wir müſſen vielmehr, nach Analogie vieler anderer organiſcher Körper, annehmen, daß das Ammoniak ſich nicht direct im Waſſer verbindet, ſondern nur in Gegenwart von Säuren damit zu Ammon zuſammentritt. Das Ammon iſt eine ſtarke Baſe bei gewöhnlicher Temperatur, denn es treibt die meiſten andern, nämlich alle unlöslichen aus ihren Löſungen aus, wie du ſchon öfter erfahren haſt. Da aber das Ammon beim Ausſcheiden durch andere ſtärkere Baſen, z. B. Kali und Natron, in das flüchtige Ammoniak und Waſſer zerfällt, ſo iſt es ſelbſt als eine flüchtige Baſe zu betrachten und wird daher in höherer Temperatur von allen nicht flüchtigen Baſen ausgeſchieden.

Auf dieſen beiden Grundthatſachen beruhen faſt alle Erſcheinungen, welche die Ammonſalze characteriſiren und bei ihrer Darſtellung und Anwendung vorkommen. Ich habe nur noch zuzufügen, daß die meiſten Ammonſalze löslich ſind und ſich dadurch, ſo wie durch ihre gleiche Kryſtallform denen des Natrons ſehr nahe ſtellen.

Schon bei den Alaunen haben wir geſehen, daß es die Alkalien vertreten kann; deshalb rechnet man das Ammon oder das Ammoniak (mit Waſſer) zu den Alkalien, obwohl letzteres erſt unter Umſtänden zu einem Körper wird, der den Alkalien gleich ſteht. — Aus allem dieſem iſt klar, daß die Benennung Ammoniakſalze, kohlenſaures Ammoniak u. ſ. w., wie wir ſie noch in ſehr vielen Büchern für Ammonſalze u. ſ. w. finden, durchaus falſch iſt, da ſie nur für die öfter erwähnten Verbindungen des Ammoniaks paſſen, welche damit nicht gemeint werden, ſo daß man meiſtens zweierlei Körper ganz verſchiedener Natur durch denſelben Namen bezeichnet. Will man den Namen Ammon nicht gelten laſſen, ſo ſollte man wenigſtens Ammoniumoxyd ſagen und nicht Ammoniak.

Du wirſt nun hiernach dasjenige ergänzen und berichtigen können, was ich dir früher über das Ammoniak, ſeine Anwendung und einige ſeiner Verbindungen mitgetheilt habe, und es bleibt mir nur noch übrig, einiges über die Salze des Ammoniums anzuführen.

Bisher hat uns zur Darſtellung der dir bekannt gewordenen Verbindungen dieſer Klaſſe der Salmiak gedient, und wir haben uns daher mit dieſem zunächſt zu beſchäftigen.

Ich komme darauf in meinem nächſten Briefe zurück.

70. Brief.

Verhältniß von Ammonium, Ammoniak, Ammoniumoxyd und den Verbindungen von Ammoniak und von Ammoniumoxyd mit Säuren, Ammoniak- und Ammonsalzen. Specielle Darstellung des Ammoniumamalgams. Betrachtung der Ammonsalze. Kohlensaures Ammon; salpetersaures und salpetrigsaures Ammon; phosphorsaures Ammon. Doppelsalze. Schwefelammonium. Darstellung und Verhalten desselben zu Metallsalzen. — Zusammenstellung des Verhaltens der Metalloxyde zu Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium. Platinsalmiak. Salmiak; schwefelsaures Ammon.

Ich habe im Verlauf dieser Briefe schon so vielfach von Ammoniak, Ammoniumoxyd und deren Salzen gesprochen, daß du gewiß gespannt bist, über diese Körper etwas Näheres zu erfahren. Absichtlich habe ich die Besprechung derselben bis jetzt verschoben, weil wir hier Körpern und Thatsachen begegnen werden, die von den bisher vorgeführten in manchen Beziehungen sehr abweichend, und sogar geeignet sind, diese Substanzen und ihre Verbindungen aus dem Gebiete der unorganischen in das der organischen Chemie zu verweisen. Streng genommen ist dies auch das Richtigere; allein es bieten auf der andern Seite dieselben wieder so viel Analogie mit denen der unorganischen Chemie, und es finden diese Körper eine so vielfache, zum Theil schon öfter angedeutete Anwendung in derselben, daß man sich dadurch doch ziemlich allgemein veranlaßt gesehen hat, sie an dieser Stelle zu belassen.

Du wirst schon bemerkt haben, daß wir das Ammoniak oder vielmehr dessen Auflösung in Wasser in sehr vielen Fällen angewendet haben, wo wir auch Kali oder Natron anwandten und daß die dadurch hervorgebrachten Wirkungen ziemlich gleich waren. Demnach hat das Ammoniak in seinem chemischen Verhalten mit diesen Metalloxyden Aehnlichkeit, und es wird durch die Erfahrung bestätigt, daß das Ammoniak andere Metalloxyde aus ihren Salzen ausfällt, wodurch in die Lösung Salze mit derselben Säure, aber mit anderer, flüchtiger Basis gebracht

Gefäß gehaltenen, mit Salzsäure befeuchteten Glasstabe weiße Nebel bildet, die also aus fein vertheiltem Chlorammonium bestehen.

Natürlich kann aber Salmiak auf diese Weise nicht dargestellt werden, da zur Darstellung von Ammoniak erst der Salmiak erfordert wird. Es muß derselbe also eine andere Quelle haben. Alle organischen stickstoffhaltigen Substanzen entwickeln bei der trockenen Destillation Ammoniak oder kohlensaures Ammon, welches bei der Condensation der sich bildenden Producte als Lösung in Wasser erhalten wird. Neutralisirt man dieses ammoniakalische Wasser mit roher Salzsäure, so erhält man nach dem Abdampfen Krystallkrusten von rohem Salmiak, die durch Sublimation gereinigt werden. Dazu werden die ammoniakalischen Wasser benutzt, die als Nebenproduct bei der Fabrikation des Leuchtgases, der Thierkohle u. s. w. abfallen.

Aus ähnlicher Quelle rührt der Salmiak her, den man früher aus Aegypten bezog, wo er sich beim Verbrennen des Kameelmistes in den Rauchfängen condensirte. Der Stickstoff stammte aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen, das Chlor aus dem Kochsalze des Mistes her.

Auch beim Faulen entwickeln die stickstoffhaltigen organischen Stoffe Ammoniak, wenn nicht die Gegenwart von Basen (und der Luft) dieselben zur Bildung von Salpetersäuresalzen disponirt, wie bei der Darstellung des Salpeters. Beim Verfaulen des Harns z. B. entsteht Ammoniak, welches dann in Berührung mit Feuchtigkeit und der Kohlensäure der Luft sich in kohlensaures Ammon verwandelt. Daher rührt der ammoniakalische Geruch an Orten, wo sich Urin der Fäulniß ausgesetzt befindet, während die Mauern in der Nähe stets mit salpetersaurem Kalk imprägnirt sind. Wenn man daher gefaulten Harn destillirt, so erhält man in dem condensirten Wasser kohlensaures Ammon gelöst, welches mit Salzsäure neutralisirt werden kann, wie vorhin erwähnt. Auch kann man das kohlensaure Ammon erst in schwefelsaures verwandeln, indem man dasselbe durch eine Gypsplatte filtrirt, wodurch unlöslicher kohlensaurer Kalk im Rückstand bleibt und eine Lösung von schwefelsaurem Ammon erhalten wird; die Flüssigkeit wird mit Kochsalz eingedampft und darauf der Sublimation unterworfen. Da das schwefelsaure Ammon sich erst in höherer Temperatur und nicht unzersetzt verflüchtigt, so entsteht hierbei das leicht flüchtige Chlorammonium und es bleibt schwefelsaures Natron zurück, nach der Gleichung:

$$(NH_4)O,\ SO_3 + NaCl = NaO,\ SO_3 + NH_4Cl.$$

Außer auf diese Weise kann man das schwefelsaure Ammon auch durch Neutralisation der erwähnten ammoniakalischen Flüssigkeiten mit Schwefelsäure erhalten. Es ist dem schwefelsauren Kali gleich krystallisirt. Wegen der Schwerflüchtigkeit der Schwefelsäure kann es nur unter Zersetzung verflüchtigt werden.

Wasserstoff als ein Metall ansehen, die du gewohnt bist, als einfache Stoffe zu denken; allein nach und nach wirst du dich mit der Thatsache befreunden müssen, daß es zusammengesetzte Körper giebt, welche sich wenigstens in der Art und Weise und der Zusammensetzung ihrer Verbindungen verhalten wie einfache Körper, beispielsweise wie Metalle.

Verfolgen wir das Verhalten des Ammoniaks zu den Säuren noch weiter.

Du wirst gleich erfahren, daß beim Zusammenbringen des Ammoniakgases mit Salzsäuregas (ohne alle Dazwischenkunft des Wassers) ein fester Körper entsteht, der in jeder Beziehung dem Kochsalze, also einem Chlormetalle, ähnlich ist. Ja es zeigt sogar die entstehende Verbindung die Krystallform des Kochsalzes, die Verbindung hat nothwendiger Weise die Formel NH_3, HCl; da wir aber vorhin gesehen haben, daß die Verbindung des wasserfreien Ammoniaks mit der wasserfreien Säure *nicht* die Eigenthümlichkeit der Salze zeigt, so ist diese Verbindung, welche den Character der (Haloid-) Salze zeigt, aus Analogie *nicht* als Verbindung des Ammoniaks zu betrachten. Haben wir vielmehr die Verbindung aus Ammoniak, Schwefelsäure und Wasser als ein Salz des Oxydes von NH_4 angesehen, so ist nichts natürlicher, als auch NH_3, HCl als eine Verbindung von NH_4 zu betrachten, und also NH_4Cl zu schreiben, was auch seiner Aehnlichkeit mit Haloidsalzen vollkommen entspricht.

Deshalb hat man denn auch die Verbindung NH_4 nach Analogie des Natriums, Kaliums u. s. w. *Ammonium* genannt und sie den Metallen beigezählt. Die Verbindung $(NH_4)O$, welche wir nach dem eben Gesagten in der Verbindung von Ammoniak, Säure und Wasser annehmen müssen, hat also den Namen *Ammoniumoxyd*, oder kürzer, nach der Analogie von Natron und Lithion, *Ammon*.

Wenn also für

$$NH_3,\ SO_3$$

der Name schwefelsaures Ammoniak in so fern richtig bleibt, als es zwar kein Salz ist, aber doch aus diesen *beiden Substanzen zusammengesetzt werden kann*, so gehört der Verbindung

$$NH_3,\ SO_3 + HO = (NH_4)O,\ SO_3$$

dieser Name *keineswegs*, sondern sie ist ein wirkliches Salz: *schwefelsaures Ammoniumoxyd* oder *schwefelsaures Ammon*. Die Verbindung NH_3, CO_2 heißt demnach kohlensaures Ammoniak, die Verbindung

$$NH_3,\ CO_2 + HO = (NH_4)O,\ CO_2,$$

welche aus jener durch Hinzutreten von Wasser gebildet wird, aber *kohlensaures Ammoniumoxyd* oder *Ammon*, und ebenso die übrigen.

werden. Demnach könnte man allerdings glauben, Ammoniak wäre eine Basis, und zwar ein Metalloxyd; wir wissen indeß, daß letzteres nicht der Fall ist, indem das Ammoniak keinen Sauerstoff enthält. Auch ersteres ist nicht unbedingt wahr; es ist vielmehr die wichtige Thatsache festzuhalten, daß das Ammoniak sich nur dann wie eine Basis verhält, wenn Wasser zugegen ist. Demnach scheint es, daß Wasser zur Zusammensetzung des Ammoniaks hinzutreten muß, wenn dieses die Rolle einer Basis spielen soll. Da somit auch Sauerstoff hinzutritt, so wäre dann auch eher ein Vergleich mit Metalloxyden möglich.

Wenn man nun versucht (diese Experimente wirst du aber wegen der damit verbundenen Schwierigkeiten nicht anstellen können), vollkommen trockenes Ammoniak mit vollkommen trockenen Sauerstoffsäuren zu Salzen zu verbinden, so erhält man zwar Verbindungen beider Körper, aber diese haben die Eigenschaften der Sauerstoffsalze nicht. So z. B. läßt sich daraus das Ammoniak und die Säure nicht durch eine andere, stärkere Basis oder Säure abscheiden, ein Beweis, daß beide als solche nicht vorhanden sind. Welcher Art die Constitution dieser Verbindungen, wie z. B. NH_3, SO_3 (schwefelsaures Ammoniak) in der Wirklichkeit ist, wurde bis jetzt noch nicht aufgeklärt, nur ist aus dem von allen Salzen abweichenden Verhalten bestimmt klar, daß es keine Salze sind. Man hat ihm auch verschiedene Benennungen gegeben, die aber noch nicht allgemein angenommen sind.

Wenn diese Ammoniakverbindungen (deren specielle Betrachtung wir gänzlich unterlassen werden) mit Wasser eine Zeit lang in Berührung bleiben, so ändern sich ihre Eigenschaften wesentlich um, und sie zeigen alsdann die allgemeinen Eigenschaften der übrigen Salze; so kann man z. B. hiernach die Säure an ihrer Reaction nachweisen und daraus durch stärkere Basen die Salze dieser letzteren erhalten, während sich ein Theil ihrer Bestandtheile ausscheidet.

Demnach wird z. B.

$$NH_3, SO_3$$

erst durch Zutreten von HO zu einem Salz, welches wir also NH_3, SO_3, HO schreiben könnten. Betrachten wir aber den Unterschied zwischen der ersten Formel und der eines gewöhnlichen Salzes, so ist es klar, daß der Zutritt von Wasser (da die Schwefelsäure sich unverändert wiederfindet) dem Ammoniaksalz zu Gute kommen und dasselbe in das fehlende Oxyd umwandeln muß, und wir schreiben daher

$$NH_3, SO_3 + HO, \text{ besser}$$
$$NH_3HO, SO_3 \text{ oder } NH_4O, SO_3,$$

wobei also, wenn NH_4O ein Oxyd vorstellen soll, NH_4 dasjenige ist, *was in anderen* Salzen das Metall ist. Es wird diese Anschauungsweise *dich zwar befremden*, wenn wir eine Verbindung von Stickstoff und

Wasserstoff als ein Metall ansehen, die du gewohnt bist, als einfache Stoffe zu denken; allein nach und nach wirst du dich mit der Thatsache befreunden müssen, daß es zusammengesetzte Körper giebt, welche sich wenigstens in der Art und Weise und der Zusammensetzung ihrer Verbindungen verhalten wie einfache Körper, beispielsweise wie Metalle.

Verfolgen wir das Verhalten des Ammoniaks zu den Säuren noch weiter.

Du wirst gleich erfahren, daß beim Zusammenbringen des Ammoniakgases mit Salzsäuregas (ohne alle Dazwischenkunft des Wassers) ein fester Körper entsteht, der in jeder Beziehung dem Kochsalze, also einem Chlormetalle, ähnlich ist. Ja es zeigt sogar die entstehende Verbindung die Krystallform des Kochsalzes, die Verbindung hat nothwendiger Weise die Formel NH_3, HCl; da wir aber vorhin gesehen haben, daß die Verbindung des wasserfreien Ammoniaks mit der wasserfreien Säure nicht die Eigenthümlichkeit der Salze zeigt, so ist diese Verbindung, welche den Character der (Haloid-) Salze zeigt, aus Analogie nicht als Verbindung des Ammoniaks zu betrachten. Haben wir vielmehr die Verbindung aus Ammoniak, Schwefelsäure und Wasser als ein Salz des Oxydes von NH_4 angesehen, so ist nichts natürlicher, als auch NH_3, HCl als eine Verbindung von NH_4 zu betrachten, und also NH_4Cl zu schreiben, was auch seiner Aehnlichkeit mit Haloidsalzen vollkommen entspricht.

Deshalb hat man denn auch die Verbindung NH_4 nach Analogie des Natriums, Kaliums u. s. w. Ammonium genannt und sie den Metallen beigezählt. Die Verbindung $(NH_4)O$, welche wir nach dem eben Gesagten in der Verbindung von Ammoniak, Säure und Wasser annehmen müssen, hat also den Namen Ammoniumoxyd, oder kürzer, nach der Analogie von Natron und Lithion, Ammon.

Wenn also für

$$NH_3, SO_3$$

der Name schwefelsaures Ammoniak in so fern richtig bleibt, als es zwar kein Salz ist, aber doch aus diesen beiden Substanzen zusammengesetzt werden kann, so gehört der Verbindung

$$NH_3, SO_3 + HO = (NH_4)O, SO_3$$

dieser Name keineswegs, sondern sie ist ein wirkliches Salz: schwefelsaures Ammoniumoxyd oder schwefelsaures Ammon. Die Verbindung NH_3, CO_2 heißt demnach kohlensaures Ammoniak, die Verbindung

$$NH_3, CO_2 + HO = (NH_4)O, CO_2,$$

welche aus jener durch Hinzutreten von Wasser gebildet wird, aber kohlensaures Ammoniumoxyd oder Ammon, und ebenso die *übrigen.*

$$NH_3 + 2\,HS = (NH_4)S,\,HS.$$

Die Lösung dieſes Salzes, welches unter Anwendung von waſſerfreiem Alkohol ſtatt Waſſer auch in Kryſtallform erhalten werden kann, iſt farblos; an der Luft färbt ſie ſich unter Waſſerbildung und Entſtehung von Zweifach-Schwefelammonium gelb:

$$NH_4S,\,HS + O + NH_4S_2 + HO.$$

Auch höhere Schwefelungsſtufen des Ammoniums können erhalten werden.

Du wirſt eine gewiſſe Menge des Schwefelſalzes darzuſtellen haben; zu dieſem Zwecke dient der Gasentwickelungsapparat, den du ſchon mehrfach zur Darſtellung des Schwefelwaſſerſtoffs gebraucht haſt; das Gas iſt durch Waſſer zu waſchen und in eine mit ihrem gleichen Volumen Waſſer vermiſchte Ammoniaklöſung zu leiten, welche ſich in einer Flaſche befindet, die mit einem ſehr dichtſchließenden Glasſtöpſel verſchloſſen werden kann. Die Operation iſt bis zur vollkommenen Sättigung fortzuſetzen, welche man folgendermaßen erkennt.

Man entfernt die Flaſche vom Apparate, verſchließt ſie mit ihrem Stöpſel und ſchüttelt, um den außer der Flüſſigkeit noch vorhandenen Schwefelwaſſerſtoff zur Abſorption zu bringen. Iſt die Flüſſigkeit bereits vollſtändig geſättigt, ſo abſorbirt ſie nichts weiter und der Stöpſel läßt ſich leicht wieder entfernen; wenn aber noch Schwefelwaſſerſtoff abſorbirt wird, ſo entſteht dadurch ein luftverdünnter Raum und neben dem ſchwer zu öffnenden Stöpſel ſieht man deutlich Luftblaſen in die Flaſche eindringen. In dieſem Falle iſt dann noch weiterhin Gas durchzuleiten, bis die Abſorption ganz vollendet iſt, und das Schwefelſalz, welches man in der Regel der Kürze halber Schwefelammonium nennt, wohl verſtöpſelt aufzubewahren. Soll daraus wirklich Schwefelammonium erhalten werden, ſo iſt noch eine der angewandten gleiche Menge Ammoniak zuzuſetzen, denn

$$(NH_4)S,\,HS + NH_3 = 2\,(NH_4)S.$$

Beide Subſtanzen werden vielfach angewandt, und es iſt die darin nach einiger Zeit durch mangelhaften Verſchluß vorkommende Bildung von Mehrfach-Schwefelammonium bei der Anwendung nicht hinderlich, ſondern in manchen Fällen ſogar nothwendige Bedingung; weshalb das gelb gewordene Schwefelammonium fortwährend brauchbar bleibt, wenn es nur noch mit Säure einen reichlichen Schwefelniederſchlag unter Schwefelwaſſerſtoffentwickelung giebt.

Die Anwendung des Schwefelammoniums beruht auf der dadurch bewirkten Bildung von Schwefelverbindungen der Metalle, mit deren Löſung es zuſammenkommt, ſo wie auf der Bildung von löslichen Schwefelſalzen bei denjenigen Schwefelmetallen, welche electronegativer Natur ſind. Wenn man zu letzterem Zwecke das eigentliche Schwefel-

ammonium anwendet, so geht diese Verbindung durch unmittelbare Vereinigung vor sich, wenn man aber dazu das Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium nimmt, so wird Schwefelwasserstoff ausgetrieben.

Da der Schwefelwasserstoff nur dann die Schwefelmetalle ausfällen kann, welche in Säuren unlöslich sind, so ist das Schwefelammonium ein viel allgemeineres Fällungsmittel für dieselbe, indem dadurch auch diejenigen ausgeschieden werden können, welche in Säuren löslich sind, da diese durch das vorhandene oder vielmehr sich bildende Ammon in Beschlag genommen werden.

Nur diejenigen Schwefelmetalle werden nicht gefällt werden können, welche Sulfosäuren bilden, die mit überschüssiger Sulfobase lösliche Salze bilden. Ja es werden sogar diese, wenn sie durch Schwefelwasserstoff ausgefällt worden sind, bei Zusatz von Schwefelammonium wieder aufgelöst.

Das Verhalten des Schwefelwasserstoffs zu den Lösungen der Metallsalze ist dir schon bekannt; ich will demselben gegenüber nun das Verhalten zu Schwefelammonium angeben, welches du durch Versuche zu bestätigen und dir dann genau zu merken haben wirst. Es ist stets die Rede von klaren und reinen Lösungen der Salze der Oxyde, wenn sie mit einem Tropfen reiner Salzsäure versetzt sind; nach der Anwendung des gasförmig durchzuleitenden Schwefelwasserstoffs ist Ammoniak bis zur alkalischen Reaction und dann, ohne Rücksicht auf den entstehenden Niederschlag, ein paar Tropfen Schwefelammonium zuzusetzen. Bei der Prüfung des Schwefelwasserstoffniederschlags mit dieser Substanz, ist derselbe erst abzufiltriren, auszuwaschen und dann auf dem Filtrum damit zu übergießen. Die Operation ist mit sehr geringen Mengen auszuführen.

Baryt
Kalk
Natron
Magnesia
} geben mit keinem von beiden einen Niederschlag.

	Schwefelwasserstoff	Schwefelammonium
Thonerde (1) :	kein Niederschlag	weißer Niederschlag von Thonerdehydrat
Chromoxyd :	" "	Niederschlag des Hydrats
Nickeloxyd :	" "	schwarzer Niederschlag

(1) Die hierher gehörigen selteneren Erden und die anderen selteneren Metalloxyde habe ich als unwichtig weggelassen.

in Ammoniumoxyd verwandeln kann. Dieſes letztere zu iſoliren iſt bisher ebenfalls noch nicht gelungen, denn daß die Löſung des Ammoniaks in Waſſer oder feuchtes Ammoniakgas ſchon das fertige Oxyd nicht enthalten, geht aus dem Umſtande mit Sicherheit hervor, daß man durch alle Mittel, welche Gaſe von der blos beigemiſchten Feuchtigkeit befreien, auch letzteres trocknen kann, und daß man noch keine Andeutung davon hat, daß es eine Auflöſung von Ammoniak in Waſſer nach beſtimmten Verhältniſſen gebe. Wir müſſen vielmehr, nach Analogie vieler anderer organiſcher Körper, annehmen, daß das Ammoniak ſich nicht direct im Waſſer verbindet, ſondern nur in Gegenwart von Säuren damit zu Ammon zuſammentritt. Das Ammon iſt eine ſtarke Baſe bei gewöhnlicher Temperatur, denn es treibt die meiſten andern, nämlich alle unlöslichen aus ihren Löſungen aus, wie du ſchon öfter erfahren haſt. Da aber das Ammon beim Ausſcheiden durch andere ſtärkere Baſen, z. B. Kali und Natron, in das flüchtige Ammoniak und Waſſer zerfällt, ſo iſt es ſelbſt als eine flüchtige Baſe zu betrachten und wird daher in höherer Temperatur von allen nicht flüchtigen Baſen ausgeſchieden.

Auf dieſen beiden Grundthatſachen beruhen faſt alle Erſcheinungen, welche die Ammonſalze characteriſiren und bei ihrer Darſtellung und Anwendung vorkommen. Ich habe nur noch zuzufügen, daß die meiſten Ammonſalze löslich ſind und ſich dadurch, ſo wie durch ihre gleiche Kryſtallform denen des Natrons ſehr nahe ſtellen.

Schon bei den Alaunen haben wir geſehen, daß es die Alkalien vertreten kann; deshalb rechnet man das Ammon oder das Ammoniak (mit Waſſer) zu den Alkalien, obwohl letzteres erſt unter Umſtänden zu einem Körper wird, der den Alkalien gleich ſteht. — Aus allem dieſem iſt klar, daß die Benennung Ammoniakſalze, kohlenſaures Ammoniak u. ſ. w., wie wir ſie noch in ſehr vielen Büchern für Ammonſalze u. ſ. w. finden, durchaus falſch iſt, da ſie nur für die öfter erwähnten Verbindungen des Ammoniaks paſſen, welche damit nicht gemeint werden, ſo daß man meiſtens zweierlei Körper ganz verſchiedener Natur durch denſelben Namen bezeichnet. Will man den Namen Ammon nicht gelten laſſen, ſo ſollte man wenigſtens Ammoniumoxyd ſagen und nicht Ammoniak.

Du wirſt nun hiernach dasjenige ergänzen und berichtigen können, was ich dir früher über das Ammoniak, ſeine Anwendung und einige ſeiner Verbindungen mitgetheilt habe, und es bleibt mir nur noch übrig, einiges über die Salze des Ammoniums anzuführen.

Bisher hat uns zur Darſtellung der dir bekannt gewordenen Verbindungen dieſer Klaſſe der Salmiak gedient, und wir haben uns *daher mit dieſem* zunächſt zu beſchäftigen.

Ich komme darauf in meinem nächſten Briefe zurück.

72. Brief.

Cyan: Entstehung, Eigenschaften und Darstellung. Cyanwasserstoff. Cyanmetalle. Doppelcyanüre; Kaliumeisencyanür. Darstellung und Eigenschaften; Cyankalium; Ferrocyan. Verhalten der Metalloxydlösungen zu gelbem Blutlaugensalz.

Wenn man stickstoffhaltige Kohle, d. h. diejenige thierische Kohle, welche beim Verkohlen stickstoffhaltiger organischer Stoffe, wie Blut, Haut, Knochen, Horn, Klauen u. s. w., in Gegenwart von kohlensaurem Kali heftiger Glühhitze aussetzt, so erhält man eine Verbindung des durch den vorhandenen Kohlenstoff reducirten Kaliums mit einem eigenthümlichen Körper, welcher Kohlenstoff und Stickstoff enthält, nach der Formel C_2N zusammengesetzt ist, sich aber wie ein einfacher Körper verhält und zwar in seinen Eigenschaften sowohl wie in seiner Verbindungsweise und in dem Character seiner Verbindungen denjenigen Elementen am nächsten steht, welche den Namen der halogenen Körper erhalten haben. Dieser merkwürdige Körper hat den Namen **Cyan** erhalten. Er verbindet sich mit den Metallen zu Cyanüren, die den Chlorüren entsprechen und in denen das Metall durch Wasserstoff vertretbar ist, wodurch eine Haloid- (oder sogenannte Wasserstoff-) Säure, die Cyanwasserstoff- oder Blausäure entsteht.

Diesen Körper, dessen Betrachtung zwar eigentlich eben so wie die des Ammoniums u. s. w. in die organische Chemie gehört, wollen wir jetzt etwas näher kennen lernen.

Wenn man das wie vorhin angegeben erhaltene Cyankalium durch salpetersaures Queckſilberoxyd zersetzt, so erhält man nach dem Erkalten der kochenden Lösungen krystallinisch sich ausscheidendes Cyanqueckſilber. Dieses dient zur Darstellung des Cyans.

Da ich es nicht für nöthig halte, daß du diesen Körper, dessen Darstellung etwas umständlich ist, im reinen Zustande studirst, indem seine

Gefäß gehaltenen, mit Salzsäure befeuchteten Glasstabe weiße Nebel bildet, die also aus fein vertheiltem Chlorammonium bestehen.

Natürlich kann aber Salmiak auf diese Weise nicht dargestellt werden, da zur Darstellung von Ammoniak erst der Salmiak erfordert wird. Es muß derselbe also eine andere Quelle haben. Alle organischen stickstoffhaltigen Substanzen entwickeln bei der trockenen Destillation Ammoniak oder kohlensaures Ammon, welches bei der Condensation der sich bildenden Producte als Lösung in Wasser erhalten wird. Neutralisirt man dieses ammoniakalische Wasser mit roher Salzsäure, so erhält man nach dem Abdampfen Krystallkrusten von rohem Salmiak, die durch Sublimation gereinigt werden. Dazu werden die ammoniakalischen Wasser benutzt, die als Nebenproduct bei der Fabrikation des Leuchtgases, der Thierkohle u. s. w. abfallen.

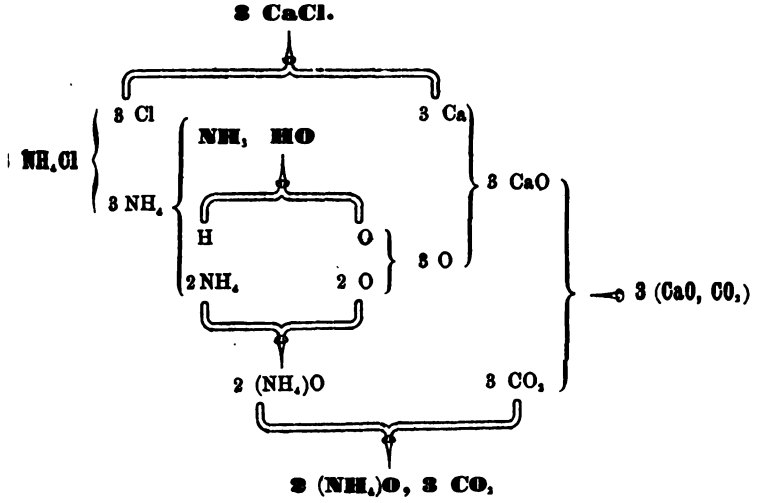
Aus ähnlicher Quelle rührt der Salmiak her, den man früher aus Aegypten bezog, wo er sich beim Verbrennen des Kameelmistes in den Rauchfängen condensirte. Der Stickstoff stammte aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen, das Chlor aus dem Kochsalze des Mistes her.

Auch beim Faulen entwickeln die stickstoffhaltigen organischen Stoffe Ammoniak, wenn nicht die Gegenwart von Basen (und der Luft) dieselben zur Bildung von Salpetersäuresalzen disponirt, wie bei der Darstellung des Salpeters. Beim Verfaulen des Harns z. B. entsteht Ammoniak, welches dann in Berührung mit Feuchtigkeit und der Kohlensäure der Luft sich in kohlensaures Ammon verwandelt. Daher rührt der ammoniakalische Geruch an Orten, wo sich Urin der Fäulniß ausgesetzt befindet, während die Mauern in der Nähe stets mit salpetersaurem Kalk imprägnirt sind. Wenn man daher gefaulten Harn destillirt, so erhält man in dem condensirten Wasser kohlensaures Ammon gelöst, welches mit Salzsäure neutralisirt werden kann, wie vorhin erwähnt. Auch kann man das kohlensaure Ammon erst in schwefelsaures verwandeln, indem man dasselbe durch eine Gypsplatte filtrirt, wodurch unlöslicher kohlensaurer Kalk im Rückstand bleibt und eine Lösung von schwefelsaurem Ammon erhalten wird; die Flüssigkeit wird mit Kochsalz eingedampft und darauf der Sublimation unterworfen. Da das schwefelsaure Ammon sich erst in höherer Temperatur und nicht unzersetzt verflüchtigt, so entsteht hierbei das leicht flüchtige Chlorammonium und es bleibt schwefelsaures Natron zurück, nach der Gleichung:

$$(NH_4)O,\ SO_3 + NaCl = NaO,\ SO_3 + NH_4Cl.$$

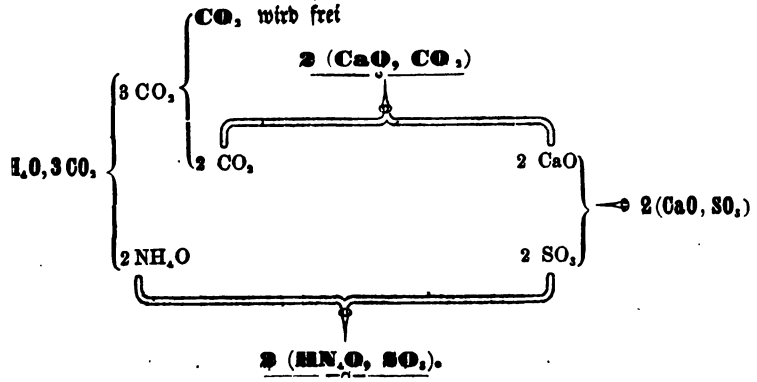
Außer auf diese Weise kann man das schwefelsaure Ammon auch durch Neutralisation der erwähnten ammoniakalischen Flüssigkeiten mit Schwefelsäure erhalten. Es ist dem schwefelsauren Kali gleich krystallisirt. Wegen der Schwerflüchtigkeit der Schwefelsäure kann es nur unter Zersetzung verflüchtigt werden.

Das gewöhnliche kohlenſaure Ammon des Handels iſt meiſt derthalbfach-kohlenſaures Ammon 2 $(NH_4)O$, 3 CO_2. Es wird erlten bei der Deſtillation von Salmiak mit Kreide, wie du es ſchon bſt verſucht haſt (Bd. 13, S. 62). Da hiebei je 3 Aequivalente Kohlentre nur 2 Aequivalente Ammon aufnehmen, ſo muß auch noch 1 Aequilent Ammon, oder vielmehr 1 Aequivalent Ammoniak und 1 Aequivalent affer frei werden, nach dem Schema :



mel: $3\,NH_4Cl + 2(CaO, CO_2) = 2NH_4O, 3\,CO_2 + NH_3 + HO + 3\,CaCl.$

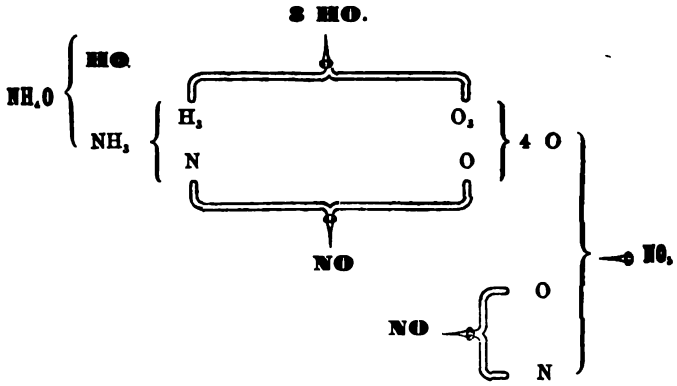
Auch bei Deſtillation der gefaulten ſtickſtoffhaltigen Thierſtoffe d größtentheils daſſelbe Salz erhalten. Daß beim Durchfiltriren derden durch Gyps Kohlenſäure frei werden muß, iſt klar :



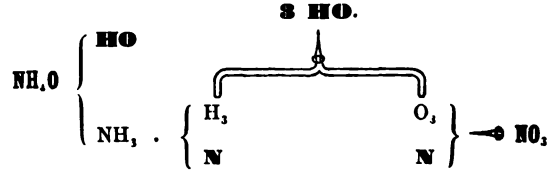
Beim Sättigen einer Ammoniaklöſung mit Kohlenſäure wird das doppelt kohlenſaure Salz erhalten : $(NH_4)O$, HO, 2 CO_2. Auch das einfach kohlenſaure Salz NH_4O, CO_2 kann dargeſtellt werden.

Alle dieſe Verbindungen ſind durch die Leichtigkeit ausgezeichnet, mit welcher ſie ſich verflüchtigen laſſen, was ſogar bei gewöhnlicher Temperatur ſtattfindet. Die Erſcheinung iſt beſonders auffallend, wenn man ein Stückchen des käuflichen Salzes auf eine erhitzte Schale wirft; es verdampft unter heftigem Hin- und Herfahren ſehr raſch und entwickelt dabei einen ſtark ammoniakaliſchen Geruch.

Durch Sättigen des Ammoniaks mit Salpeterſäure kannſt du leicht das ſalpeterſaure Ammon NH_4O, NO_5 erhalten, ein Salz, welches beim Erhitzen ſchmilzt und dann Stickſtoffoxydul entwickelt, indem außerdem nichts als Waſſer gebildet wird : NH_4O, $NO_5 = 2\,NO + 4\,HO$; dies kann man ſich folgendermaßen verdeutlichen :



In ähnlicher Weiſe und noch einfacher zerſetzt ſich das ſalpetrigſaure Ammon beim Erhitzen in Stickſtoff und Waſſer :



Das ſalpeterſaure Ammon verurſacht, auf glühende Kohlen geworfen, deren heftige Verbrennung unter Erſcheinung einer röthlichen Flamme.

In ſeinem halben Gewichte Waſſer iſt es unter ſtarker Temperaturerniedrigung löslich.

Die Phosphorſäure verbindet ſich mit dem Ammon in mehren Verhältniſſen; die Salze entſprechen denen des Natrons. Beim Erhitzen

entweicht Ammoniak und es bleibt Phosphorsäurehydrat zurück. Die Darstellung des phosphorsauren Natron-Ammons, dessen Formel wir jetzt

$$NH_4O, NaO, HO, PO_5 + 8\,HO$$

schreiben, ist dir, so wie die Anwendung dieses Salzes, des Phosphorsalzes, bekannt.

Mit der phosphorsauren Magnesia bildet das phosphorsaure Ammon ein sehr schwer lösliches Doppelsalz, welches allemal entsteht, wenn man die Lösungen eines Magnesiasalzes mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak zusammenbringt. Man erhält es in concentrirten Lösungen als weißen Niederschlag, der sich in verdünnten Lösungen aber erst nach einiger Zeit in deutlichen kleinen Krystallen abscheidet. In Salmiak ist es **unlöslich**, zum Unterschiede der übrigen Magnesianiederschläge; in verdünntem Ammoniak ist diese Verbindung vollkommen unlöslich, und sie dient daher zur Bestimmung der Phosphorsäure und der Magnesia; der Niederschlag hat die Formel:

$$(NH_4O, 2\,MgO)PO_5 + 12\,HO.$$

Beim Glühen hinterläßt dieses Salz pyrophosphorsaure Magnesia

$$2\,MgO, PO_5.$$

Noch mit anderen Metallsalzen bilden die Ammonsalze Doppelsalze; die Löslichkeit vieler Oxydhydrate in Ammoniak beruht auf dem Entstehen dieser löslichen Verbindungen; so ist z. B. die blaue Verbindung, welche beim Lösen des Kupferoxydhydrats in Ammoniak bei Gegenwart von Schwefelsäure entsteht, schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak, dessen Zusammensetzung zwar bekannt, dessen Formel aber wegen des vorhandenen Ammoniaks noch nicht festgestellt ist; es enthält folgende Bestandtheile:

$$CuO, SO_3 + 2\,NH_3 + HO.$$

Auch die Formel des sogenannten Ammoniakalauns wirst du nun leicht finden:

$$(NH_4)O, SO_3 \text{ u. s. w.}$$

Wir schrieben früher, wie man der Kürze halber oft zu thun pflegt, Ammoniumoxyd AmO statt $(NH_4)O$.

Wie die übrigen Metalle, so verbindet sich auch das Ammonium mit Schwefel; das **Schwefelammonium** NH_4S ist eine Schwefelbase, wie das Schwefelkalium und Schwefelnatrium; leitet man Schwefelwasserstoff in eine Ammoniaklösung bis zur Sättigung, so wird indessen nicht diese Verbindung, sondern durch weitere Aufnahme von Schwefelwasserstoff das Sulfosalz: Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium erhalten:

$$NH_3 + 2\,HS = (NH_4)S,\,HS.$$

Die Lösung dieses Salzes, welches unter Anwendung von wasserfreiem Alkohol statt Wasser auch in Krystallform erhalten werden kann, ist farblos; an der Luft färbt sie sich unter Wasserbildung und Entstehung von Zweifach-Schwefelammonium gelb:

$$NH_4S,\,HS + O + NH_4S_2 + HO.$$

Auch höhere Schwefelungsstufen des Ammoniums können erhalten werden.

Du wirst eine gewisse Menge des Schwefelsalzes darzustellen haben; zu diesem Zwecke dient der Gasentwickelungsapparat, den du schon mehrfach zur Darstellung des Schwefelwasserstoffs gebraucht hast; das Gas ist durch Wasser zu waschen und in eine mit ihrem gleichen Volumen Wasser vermischte Ammoniaklösung zu leiten, welche sich in einer Flasche befindet, die mit einem sehr dichtschließenden Glasstöpsel verschlossen werden kann. Die Operation ist bis zur vollkommenen Sättigung fortzusetzen, welche man folgendermaßen erkennt.

Man entfernt die Flasche vom Apparate, verschließt sie mit ihrem Stöpsel und schüttelt, um den außer der Flüssigkeit noch vorhandenen Schwefelwasserstoff zur Absorption zu bringen. Ist die Flüssigkeit bereits vollständig gesättigt, so absorbirt sie nichts weiter und der Stöpsel läßt sich leicht wieder entfernen; wenn aber noch Schwefelwasserstoff absorbirt wird, so entsteht dadurch ein luftverdünnter Raum und neben dem schwer zu öffnenden Stöpsel sieht man deutlich Luftblasen in die Flasche eindringen. In diesem Falle ist dann noch weiterhin Gas durchzuleiten, bis die Absorption ganz vollendet ist, und das Schwefelsalz, welches man in der Regel der Kürze halber Schwefelammonium nennt, wohl verstöpselt aufzubewahren. Soll daraus wirklich Schwefelammonium erhalten werden, so ist noch eine der angewandten gleiche Menge Ammoniak zuzusetzen, denn

$$(NH_4)S,\,HS + NH_3 = 2\,(NH_4)S.$$

Beide Substanzen werden vielfach angewandt, und es ist die darin nach einiger Zeit durch mangelhaften Verschluß vorkommende Bildung von Mehrfach-Schwefelammonium bei der Anwendung nicht hinderlich, sondern in manchen Fällen sogar nothwendige Bedingung; weshalb das gelb gewordene Schwefelammonium fortwährend brauchbar bleibt, wenn es nur noch mit Säure einen reichlichen Schwefelniederschlag unter Schwefelwasserstoffentwickelung giebt.

Die Anwendung des Schwefelammoniums beruht auf der dadurch bewirkten Bildung von Schwefelverbindungen der Metalle, mit deren Lösung es zusammenkommt, so wie auf der Bildung von löslichen Schwefelsalzen bei denjenigen Schwefelmetallen, welche electronegativer Natur sind. Wenn man zu letzterem Zwecke das eigentliche Schwefel-

ammonium anwendet, so geht diese Verbindung durch unmittelbare Vereinigung vor sich, wenn man aber dazu das Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium nimmt, so wird Schwefelwasserstoff ausgetrieben.

Da der Schwefelwasserstoff nur dann die Schwefelmetalle ausfällen kann, welche in Säuren unlöslich sind, so ist das Schwefelammonium ein viel allgemeineres Fällungsmittel für dieselbe, indem dadurch auch diejenigen ausgeschieden werden können, welche in Säuren löslich sind, da diese durch das vorhandene oder vielmehr sich bildende Ammon in Beschlag genommen werden.

Nur diejenigen Schwefelmetalle werden nicht gefällt werden können, welche Sulfosäuren bilden, die mit überschüssiger Sulfobase lösliche Salze bilden. Ja es werden sogar diese, wenn sie durch Schwefelwasserstoff ausgefällt worden sind, bei Zusatz von Schwefelammonium wieder aufgelöst.

Das Verhalten des Schwefelwasserstoffs zu den Lösungen der Metallsalze ist dir schon bekannt; ich will demselben gegenüber nun das Verhalten zu Schwefelammonium angeben, welches du durch Versuche zu bestätigen und dir dann genau zu merken haben wirst. Es ist stets die Rede von klaren und reinen Lösungen der Salze der Oxyde, wenn sie mit einem Tropfen reiner Salzsäure versetzt sind; nach der Anwendung des gasförmig durchzuleitenden Schwefelwasserstoffs ist Ammoniak bis zur alkalischen Reaction und dann, ohne Rücksicht auf den entstehenden Niederschlag, ein paar Tropfen Schwefelammonium zuzusetzen. Bei der Prüfung des Schwefelwasserstoffniederschlags mit dieser Substanz, ist derselbe erst abzufiltriren, auszuwaschen und dann auf dem Filtrum damit zu übergießen. Die Operation ist mit sehr geringen Mengen auszuführen.

Baryt
Kalk
Natron
Magnesia
} geben mit keinem von beiden einen Niederschlag.

	Schwefelwasserstoff	Schwefelammonium
Thonerde (1) :	kein Niederschlag	weißer Niederschlag von Thonerdehydrat
Chromoxyd :	" "	Niederschlag des Hydrats
Nickeloxyd :	" "	schwarzer Niederschlag

(1) Die hierher gehörigen selteneren Erden und die anderen selteneren Metalloxyde habe ich als unwichtig weggelassen.

	Schwefelwasserstoff	Schwefelammonium
Kobalt . . .	kein Niederschlag	schwarzer Niederschlag
Mangan	" "	fleischrother Niederschlag
Zinkoxyd	" "	weißer Niederschlag
Eisenoxydul	" "	schwarzer Niederschlag
Eisenoxyd	weißer Niederschlag von Schwefel	schwarzer Niederschlag.
Kupferoxyd . .	schwarzer Niederschlag	unlöslich
Kadmiumoxyd .	gelber "	"
Wismuthoxyd, Queckſilber, Silberoxyd, Bleioxyd	schwarzer Niederschlag	"
Antimonoxyd	orangefarbener Niederschlag	löslich
Antimonſäure	gelber "	"
Zinnoxydul .	dunkelbrauner "	"
Zinnſäure .	ſchmutzig-gelber "	"
Goldchlorid .	ſchwarzer "	"
Platinchlorid	ſchwarzer "	"
Arſenige Säure	gelber "	"
Arſenſäure .	nach einiger Zeit hellgelber "	"

Ich wiederhole nochmals, daß du dieſes Verhalten der einzelnen Metalloxyde durch häufige Verſuche als beſonders characteriſtiſche dir vorführen und mit großem Fleiße einprägen mußt.

Von den allgemeinen Kennzeichen der Ammonſalze habe ich nur noch anzuführen, daß ſie, je nachdem die Säure flüchtig oder nicht flüchtig iſt, vollkommen oder zum Theil flüchtig ſind, in letzterem Fall unter Ammoniakentwickelung (kenntlich wie oben geſagt). Durch kohlenſaure Alkalien werden ſie nicht gefällt; mit Kalk oder Kali erhitzt entwickeln ſie alle (wie ſchon ſpecieller angeführt) Ammoniak.

Chlorplatin fällt Platinſalmiak:

$$NH_4Cl, PtCl_2$$

als gelben Niederſchlag; ſeine Eigenſchaften ſind dir ſchon von früher her bekannt; daß derſelbe beim Glühen unter Entwickelung von Salmiaknebeln nur Platin hinterläßt, iſt dir nunmehr leicht erklärlich.

Somit will ich dieſen langen Brief ſchließen, der dir viel zu verſuchen, zu denken und zu behalten geben wird.

---

72. Brief.

Cyan: Entstehung, Eigenschaften und Darstellung. Cyanwasserstoff. Cyanmetalle. Doppelcyanüre; Kaliumeisencyanür. Darstellung und Eigenschaften; Cyankalium; Ferrocyan. Verhalten der Metalloxydlösungen zu gelbem Blutlaugensalz.

Wenn man stickstoffhaltige Kohle, d. h. diejenige thierische Kohle, welche beim Verkohlen stickstoffhaltiger organischer Stoffe, wie Blut, Haut, Knochen, Horn, Klauen u. s. w., in Gegenwart von kohlensaurem Kali heftiger Glühhitze aussetzt, so erhält man eine Verbindung des durch den vorhandenen Kohlenstoff reducirten Kaliums mit einem eigenthümlichen Körper, welcher Kohlenstoff und Stickstoff enthält, nach der Formel C_2N zusammengesetzt ist, sich aber wie ein einfacher Körper verhält und zwar in seinen Eigenschaften sowohl wie in seiner Verbindungsweise und in dem Character seiner Verbindungen denjenigen Elementen am nächsten steht, welche den Namen der halogenen Körper erhalten haben. Dieser merkwürdige Körper hat den Namen **Cyan** erhalten. Er verbindet sich mit den Metallen zu Cyanüren, die den Chlorüren entsprechen und in denen das Metall durch Wasserstoff vertretbar ist, wodurch eine Haloid- (oder sogenannte Wasserstoff-) Säure, die Cyanwasserstoff- oder Blausäure entsteht.

Diesen Körper, dessen Betrachtung zwar eigentlich eben so wie die des Ammoniums u. s. w. in die organische Chemie gehört, wollen wir jetzt etwas näher kennen lernen.

Wenn man das wie vorhin angegeben erhaltene Cyankalium durch salpetersaures Queckſilberoxyd zersetzt, so erhält man nach dem Erkalten der kochenden Lösungen krystallinisch sich ausscheidendes Cyanqueckſilber. Dieses dient zur Darstellung des Cyans.

Da ich es nicht für nöthig halte, daß du diesen Körper, dessen Darstellung *etwas umständlich ist*, im reinen Zustande studirst, indem seine

Verbindungen dir hinreichend Arbeit machen werden, so gebe ich an dieser Stelle noch nicht die Darstellung des Cyankaliums u. s. w. genauer an; es wird jedenfalls das Gesagte zum nöthigen Verständniß vollkommen genügen; solltest du das Cyan selbst näher kennen zu lernen wünschen, so kannst du damit bis nach einiger Zeit warten, wo die Darstellung der Hülfssubstanzen dazu schon vorgekommen sein wird.

Beim Erhitzen zersetzt sich das Cyanquecksilber nämlich in Quecksilber und Cyan, so daß man das Cyan in derselben Weise darstellen kann, wie den Sauerstoff aus dem Quecksilberoxyd. Das Cyan tritt dann als ein farbloses Gas von eigenthümlichem Geruch auf, welches bei einem Druck von 4 — 5 Atmosphären oder bei — 20° flüssig wird. Sein specifisches Gewicht ist 1,86. Angezündet verbrennt das Cyan mit purpurfarbener Flamme zu Kohlensäure und Stickstoff.

In Wasser ist das Cyan leicht löslich; aus der Lösung scheidet sich nach und nach ein braunes Pulver ab, welches in Folge einer sehr verwickelten Zersetzung auftritt.

Bei der Darstellung des Cyans wird stets auch eine gewisse Menge desselben in fester Form und von brauner Farbe erhalten, welche mit dem Cyan gleiche Zusammensetzung hat und eine andere Modification desselben ist; man hat dieser Substanz den Namen Paracyan gegeben.

Behandelt man ein Cyanmetall mit einer Säure, so erhält man den Cyanwasserstoff; z. B. $HgCy + HCl = HgCl + HCy$. Den Versuch zu machen wirst du dich aber nicht unterfangen, da es ohne besondere Vorkehrungen sehr schwer gelingen würde, dich vor den tödtlichen Wirkungen dieses Körpers, der Blausäure, zu hüten. Der Cyanwasserstoff ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, siedet aber schon bei 26½° und entwickelt daher stets reichliche Dämpfe. Mit Wasser mischt er sich in jedem Verhältniß; auch diese verdünnten Lösungen sind noch heftige Gifte, mit denen man umzugehen nur bei strenger Nothwendigkeit wagen sollte. Der Geruch der Blausäure ist characteristisch: er erinnert an den der bitteren Mandeln. Die Lösung der Cyanwasserstoffsäure zersetzt sich, wie auch die wasserfreie Säure, sehr schnell; in Gegenwart von etwas Schwefel- oder Salzsäure läßt sie sich aber lange aufbewahren.

Das Cyan wird in seiner Verbindung mit Wasserstoff aus seinen Lösungen schon durch Kohlensäure ausgetrieben, so daß die löslichen Cyanüre schon an der Luft den eigenthümlichen Geruch derselben entwickeln. Die unlöslichen Cyanmetalle zeigen denselben erst beim Behandeln mit starken Säuren.

Direct kann man das Cyan nur mit Kalium und Natrium verbinden; weder die Verbindung mit Wasserstoff, noch die mit Sauerstoff, die Cyansäure, kann direct erhalten werden.

Die merkwürdigſte Eigenſchaft der Cyanüre iſt die Neigung derſelben, ſich untereinander zu ſcharf characteriſirten Doppelcyanüren zu verbinden, und einige von dieſen, die eine große Anwendung in der Technik, ſowie in dem Laboratorium gefunden haben, wollen wir näher betrachten.

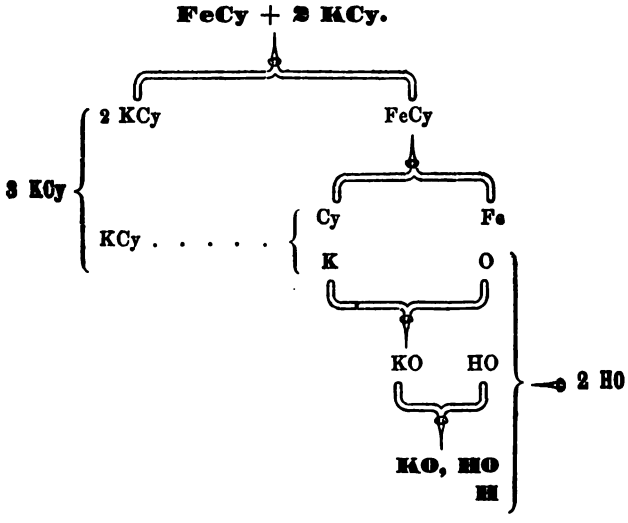
Das Cyankalium KCy verbindet ſich mit dem Eiſencyanür FeCy oder Eiſencyanid Fe_2Cy_3 zu zwei Doppelſalzen, deren erſteres den Namen Kalium-Eiſencyanür, das andere den Namen Kalium-Eiſencyanid trägt. Da dieſe Salze den Ausgangspunkt für die Darſtellung der übrigen bilden, ſo will ich ſie auch jetzt zuerſt vornehmen.

Das Kaliumeiſencyanür oder Ferrocyankalium kommt im Handel mit 3 Aequivalenten Kryſtallwaſſer in Geſtalt gelber Kryſtalle und unter dem Namen gelbes Blutlaugenſalz vor; ſeine Zuſammenſetzung kann man durch die Formel

$$FeCy + 2\,KCy + 3\,HO$$

ausdrücken, obwohl die einzelnen Atome ſicher anders angeordnet ſind. Du weißt ſchon, wie man die Entſtehung des Cyankaliums hervorrufen kann. Wenn man nun eine Löſung dieſes Salzes mit Eiſen zuſammenbringt, ſo bildet ſich Eiſencyanür, und das ſeines Cyans beraubte Kalium bildet mit dem Waſſer unter Entwickelung von Waſſerſtoff Kalihydrat. Das Eiſencyanür tritt aber mit einem unzerſetzten Antheil Cyankalium zuſammen und bildet das oben genannte Salz.

Es findet alſo folgende Zerſetzung ſtatt:



Formel: $3\,KCy + Fe + 2\,HO$
$= FeCy + 2\,KCy + KO, HO + H.$

Nimmt man Eisenoxyd (oder Hammerschlag), so wird der Wasserstoff nicht frei, sondern es ist dessen Sauerstoff, der dann an das Kalium tritt; eben so zersetzt sich Schwefeleisen und Cyankalium unter Bildung von Schwefelkalium und Eisencyanür; auch in diesem Falle erhält man also Blutlaugensalz ohne Wasserstoffentwickelung:

$$3\,KCy + FeS = FeCy + 2\,KCy + KS.$$

Hieraus ergiebt sich das Verfahren bei der Darstellung des Blutlaugensalzes im Großen: Man schmilzt kohlensaures Kali mit verkohlten stickstoffhaltigen Thierstoffen unter Zusatz von Eisenfeile oder Hammerschlag in eisernen Kesseln und behandelt nach dem Erkalten die „Schmelze“ mit kochendem Wasser. Streng genommen ist es nicht nöthig, das Eisen während des Schmelzens zuzusetzen, da es sich herausgestellt hat, daß sich, entsprechend den eben gegebenen Erklärungen, nicht eher Blutlaugensalz, ja nicht eher Eisencyanür bildet, als bis Wasser hinzukommt. Allein die Erfahrung, daß bei Unterlassung dieses Zusatzes während des Schmelzens die eisernen Schmelzgefäße heftig angegriffen werden, hat denselben stets beibehalten lassen, noch lange ehe man die wahre Ursache kannte. Diese ist aber, wie genauere Untersuchungen ergeben haben, nicht die Bildung von Cyaneisen, welches bei der Temperatur der Schmelze gar nicht bestehen kann, sondern von Schwefeleisen. Die rohe Potasche enthält nämlich stets schwefelsaures Kali; dieses geht zunächst in saures Salz über und dieses wird dann durch die Kohle zu mehrfach Schwefelkalium reducirt, welches das Eisen unter Bildung des leicht schmelzbaren Schwefeleisens stark angreift. Allerdings kommt letzteres dem Prozeß der Bildung des Blutlaugensalzes wieder zu Gute, aber es ist doch immer zweckmäßiger, es in Gestalt von Eisenfeile zuzusetzen, als es von der Wand des Kessels nehmen zu lassen.

Das Blutlaugensalz ist nicht giftig, entwickelt aber, wie auch die einfachen Cyanüre, beim Behandeln mit starker Säure Blausäure. Beim Erhitzen verliert es zunächst sein Krystallwasser, schmilzt dann und zersetzt sich unter Stickstoffentwickelung in niederfallendes Kohlenstoffeisen und Cyankalium, welches man bei gut geleiteter Operation klar abgießen kann. Setzt man vor dem Schmelzen kohlensaures Kali zu, so wird reines Eisen abgeschieden und alles Cyan als Cyankalium erhalten. Man bekommt so dieses Salz als eine schneeweiße, krystallinische Masse, die aus ihrer wässerigen Lösung in würfelförmigen Krystallen erhalten werden kann. Ich gebe dir absichtlich nicht genauere Vorschriften zu ihrer Darstellung, da du sie besser unterlässest. Das Cyankalium ist nämlich ein so tödtliches Gift, daß es der Blausäure darin mindestens gleichsteht; und obwohl es in der analytischen Chemie eine ziemlich häufige Anwendung findet, so kann man es doch auch entbehren, und ich habe es z. B. bei der Löthrohrprobe, wo es als kräftiges Reductions-

mittel und Zusatz zur Soda gebraucht wird, absichtlich weggelassen. Die große Gefährlichkeit seiner Anwendung schien mir dieses zu erheischen. Seine Anwendung als Reductionsmittel gründet sich darauf, daß es in der Glühhitze mit großer Begierde den Sauerstoff der beigemengten Oxyde aufnimmt, um sich in cyansaures Kali zu verwandeln. Doch kann es in denjenigen Fällen, welche dir bisher vorgekommen sind, durch längeres Blasen und eine gute Reductionsflamme ersetzt werden.

Diese Lösung des Blutlaugensalzes giebt mit denjenigen Reagentien, welche sonst das Eisen ausfällen, z. B. mit Kali oder mit Schwefelammonium keinen Niederschlag. Es ist dies höchst merkwürdig und deutet zugleich mit der Erfahrung, daß es, obwohl Cyankalium enthaltend, nicht giftig ist, darauf hin, daß die Zusammensetzung dieses Salzes eine andere ist, als sie die Formel giebt. In der That kann man aus demselben eine eigenthümliche Säure darstellen, welche alles Cyan und Eisen des Blutlaugensalzes und Wasserstoff enthält, wonach also dieses Salz eine Verbindung von Kalium mit dieser ihres Wasserstoffs beraubten Säure wäre. Demnach giebt es neben dem Cyan, welches schon die Rolle eines einfachen Körpers spielt, noch ein anderes zusammengesetztes „Radikal", welches außer Kohlenstoff und Stickstoff noch Eisen enthält, und daher den Namen Ferrocyan trägt. Dieses bildet eben so wie das Cyan mit Wasserstoff eine Säure, die aber keine giftigen Eigenschaften besitzt. Erst wenn dieses Radikal in seinem Zusammenhange zerstört ist, kann das Eisen in dessen Verbindungen nachgewiesen werden. Bezeichnet man also das Radikal Ferrocyan mit Cfy, so ist die Formel für das Blutlaugensalz $K_2Cfy + 3\,HO$.

Dies mag für unsern Gegenstand genügen, denn weiter kann ich mich nicht darauf einlassen, ohne allzusehr in das Gebiet der organischen Chemie zu gerathen, was aber meinem Zwecke für jetzt noch fern liegt; es wird hinreichend sein, um dir eine Andeutung hierüber zu geben; zum Verständniß der folgenden Vorgänge ist ohnehin die andere Schreib- und Anschauungsweise bequemer, und wir können sie um so mehr hinnehmen, als auch die neuere Ansicht doch immer nur noch Theorie ist.

Das gelbe Blutlaugensalz zersetzt sich beim Vermischen mit anderen Salzen sehr leicht und zwar unter Bildung der oben angeführten Doppelcyanüre, sofern dieselben unlöslich sind. So z. B. entsteht mit Kupfervitriollösung ein rothbrauner Niederschlag von Kupfereisencyanür (Ferrocyankupfer) und schwefelsaures Kali kommt in Lösung, indem sich Kupfer und Kalium vertreten:

$$2\,(CuO, SO_3) + FeCy, 2\,KCy = \underline{FeCy, 2\,CuCy} + 2\,\underline{(KO, SO_3)}.$$

Mit Zinklösungen erhält man einen weißen Niederschlag von Zinkeisencyan (Cyanzink):

$2\,(ZnO, SO_3) + FeCy, 2\,KCy = FeCy, 2\,ZnCy + 2\,(KO, SO_3)$.

Kalkſalze geben einen weißen Niederſchlag.

Magneſiaſalze verhalten ſich eben ſo; der Niederſchlag entſteht aber erſt nach einiger Zeit.

Thonerde: ebenſo.

Manganoxydul: weißer Niederſchlag mit einem Stich in's Röthliche.

Kobaltoxydul: grüner Niederſchlag.

Nickeloxydul: weißer Niederſchlag; die Salze von Wismuth, Silber, Queckſilber, Zinn und Antimon verhalten ſich eben ſo.

Das Verhalten der Salze des Eiſenoxyds und des Eiſenoxyduls werden wir gleich noch ausführlicher beſprechen; die übrigen Salze geben keine Niederſchläge; die erwähnten haſt du aber, als ganz beſonders characteriſtiſch, durch den Verſuch nachzuweiſen.

Das nächſte Mal wirſt du noch einige andere Doppelſalze des Cyans kennen lernen.

73. Brief.

liumeiſencyanid. Darſtellung und Eigenſchaften; Ferridcyan. Verhalten der Metallſalze zum then Blutlaugenſalz. Eiſencyanürcyanid, verſchiedene Entſtehungsweiſe deſſelben. Fabrikation im Großen. — Cyanqueckſilber, Cyanſilber, Cyangold.

Schluß des zweiten Theiles.

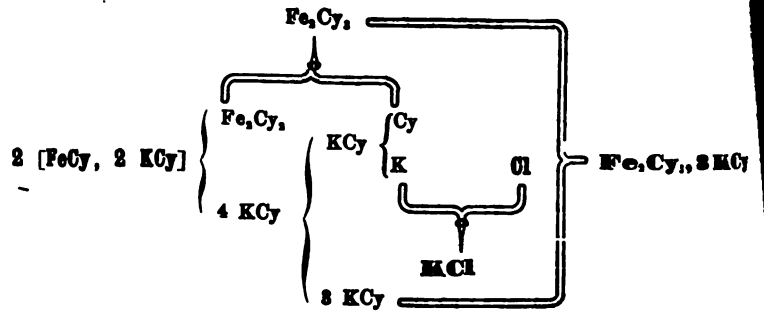
Wenn man in eine Löſung von gelbem Blutlaugenſalz Chlor itet, ſo geht folgende Veränderung darin vor: das Chlor verdrängt nen Theil des Cyans aus dem Cyankalium, nimmt die entſpre-ende Menge des Kaliums in Beſchlag und bildet damit Chlorkalium; durch wird deſſen Cyan frei und verbindet ſich mit dem Eiſencyanür Eiſencyanid, welches mit einer unveränderten Menge Cyankalium Kaliumeiſencyanid oder Ferridcyankalium verbunden eibt.

Zur Bildung des Eiſencyanids Fe_2Cy_3 gehören 2 Aequivalente iſencyanür, mithin auch 2 Aequivalente gelbes Blutlaugenſalz; dieſe thalten aber 4 Aequivalente Cyankalium. Damit das erforderliche ne Aequivalent Cyan frei werden kann, iſt von dieſem nur 1 Aequivalent zerſetzen (wozu alſo 1 Atom Chlor erforderlich iſt) und es bleiben ſo 3 Aequivalente Cyankalium übrig, die ſich mit dem Eiſencyanid rbinden.

Demnach erhalten wir eine Verbindung von der Formel

$$Fe_2Cy_3, 3\,KCy$$

d die Zerſetzung geht nach dem folgenden Schema vor ſich:



Formel : 2 (FeCy, 2 KCy) + Cl = KCl + Fe_2Cy_3, 3 KCy.

Dieſes Salz kryſtalliſirt in braunrothen Kryſtallen aus, während die Mutterlauge Chlorkalium gelöſt enthält.

Du kannſt das rothe Blutlaugenſalz in kleiner Menge mittelſt des Apparats mit der U-förmigen Röhre darſtellen, um dich von dieſer Umwandlung zu überzeugen. Es wird dabei durch Einleiten von Chlor das Cyanür und Cyanid verwandelt — freilich nur indirect.

Die Formel des rothen Blutlaugenſalzes haſt du dir im Gegenſatz zu der des gelben wohl zu merken, und es geht dies am leichteſten, wenn man ſtets mit dem Cyaneiſen anfängt, von welchem in jedem nur ein Atom enthalten iſt, und dann darauf achtet, daß zu demjenigen Salz, welches am wenigſten Atome Eiſen enthält, 2 Atome Cyankalium gehören, während dasjenige mit den meiſten Eiſenatomen deren 3 enthält. So iſt es nicht ſchwer, die Formeln zu behalten.

In dem Kaliumeiſencyanür kann das Eiſen ebenfalls nicht nachgewieſen werden, ehe die Zuſammenſetzung des Salzes als ſolches zerſtört iſt und man hat daher in demſelben aus ähnlichen Gründen, wie bei dem Cyanid, ein eigenes Radikal aus Eiſen, Stickſtoff und Kohlenſtoff angenommen, welches aber eine andere Zuſammenſetzung als das Ferrocyan haben muß, Fe_2Cy_6 iſt und mit 2 Cfy bezeichnet wird; daher der Name Ferridcyankalium.

Auch das Ferridcyankalium giebt mit den weißen Metalloxyden Doppelcyanüre, bei deren Entſtehung die 3 Atome Kalium durch das Metall vertreten werden. So erhält man mit Bleioxyd einen weißen Niederſchlag von Ferridcyanblei oder Blei-Eiſencyanid.

Man erhält mit

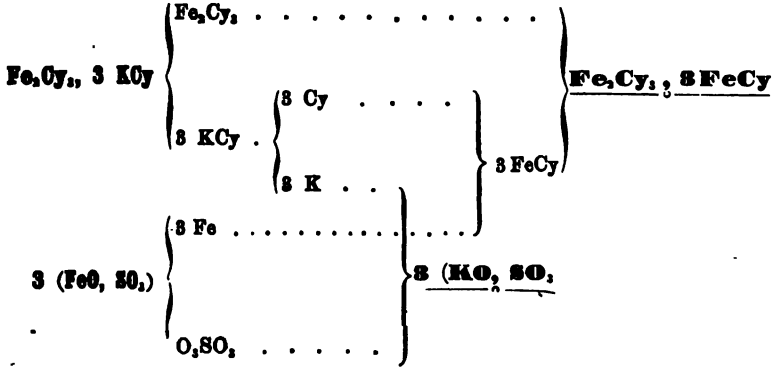
Kalk
Magneſia } keinen Niederſchlag.
Thonerde

Manganoxydul : einen braunen Niederſchlag.
Zinkoxyd " gelbrothen "

Kobaltoxydul . . einen braunrothen Niederſchlag,
Wismuthoxyd . . „ blaßgelben „
Kupferoxyd . . . „ gelbgrünen „
Silberoxyd . . . „ rothbraunen „
Queckſilberoxydul „ „ „
Queckſilberoxyd . keinen Niederſchlag,
Zinnoxydul . . . einen weißen Niederſchlag.

Das Verhalten zu Eiſenſalzen haben wir noch näher zu betrachten.

Reines Kaliumeiſencyanid, welches keine Spur Cyanür enthält, giebt mit Eiſenoxydſalzen keine Fällung; mit der geringſten Spur eines Eiſenoxydulſalzes geht aber eine Vertretung des Kaliums durch das Eiſen vor ſich, und es entſteht aus dem Kaliumcyanür Eiſencyanür (und das Eiſenoxydulſalz des Kaliſalzes), welches ſich mit dem Eiſencyanid verbindet und einen dunkelblauen Niederſchlag bildet, der alſo Eiſencyanürcyanid heißen und die Formel $Fe_2Cy_3 + 3\ KCy$ haben muß.



Formel : $Fe_2Cy_3,\ 3\ KCy + 3\ (FeO,\ SO_3)$
$= \underline{Fe_2Cy_3,\ 3\ FeCy} + 3\ \underline{(KO,\ SO_3)}.$

Dieſer blaue Niederſchlag trägt den Namen Berlinerblau und wird vielfach als Farbe angewandt. Du wirſt wohl daran thun, dich von der Empfindlichkeit der Eiſenoxydulſalze für Ferridcyankalium zu überzeugen.

Selbſt wenn man ein Eiſenvitriol enthaltendes Gefäß wiederholt mit Waſſer ausgeſpült hat, entſteht mit rothem Blutlaugenſalz noch eine blaue Färbung in hineingegoſſenem Waſſer. Eiſenchlorid giebt zwar bei concentrirten Löſungen eine dunkelgrünbraune Färbung, aber keinen Niederſchlag; man muß daher das Durchleiten von Chlor durch die Löſung

des gelben Blutlaugensalzes so lange fortsetzen, bis kein Niederschlag mit Eisenchlorid mehr entsteht. Bequemer ist es freilich, das Salz, welches hinreichend rein im Handel vorkommt, fertig zu kaufen.

Gelbes Blutlaugensalz aber giebt mit Eisenoxydsalzen (also auch mit Eisenchlorid) einen blauen Niederschlag, der ebenfalls aus Eisencyanür und Eisencyanid besteht und daher auch Berlinerblau genannt wird, obwohl er von anderer Zusammensetzung als derjenige ist, welchen man auf die andere Weise erhält.

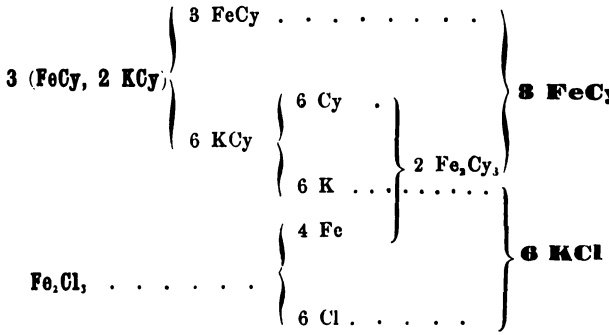
Wenn nämlich in der Verbindung Fe_2O_3, 3 SO_3, das Aequivalent Fe_2O_3 durch sein Aequivalent Kali oder vielmehr das Fe_2 durch sein Aequivalent Kalium ersetzt werden soll, so müssen 3 Aequivalente Kalium eintreten, weil sich keine Verbindung von der Formel K_2O_3 bilden kann. Um aber aus FeCy, 2 KCy 3 Aequivalente Kalium nehmen zu können, müssen wir diese Formel verdreifachen und erhalten also 3 FeCy, 6 KCy. Treten nun die 6 K aus und in 2 (Fe_2O_3, 3 SO_3) oder Fe_4O_6, 6 SO_3 ein, so werden sie nur durch 4 Atome Eisen ersetzt und es entsteht auf der einen Seite Fe_4Cy_6 oder 2 Fe_2Cy_3 und auf der anderen K_6O_6, 6 SO_3; das entstehende Eisencyanürcyanid hat also die Formel 3 FeCy, 2 Fe_2Cy_3. Diese Zersetzung können wir also durch die Formel

$$3\ (FeCy,\ 2\ KCy) + 2\ (Fe_2O_3,\ 3\ SO_3) = 3\ FeCy,\ 2\ Fe_2Cy_3 + 6\ (KO,\ SO_3)$$

oder bei Anwendung von Eisenchlorid durch

$$3\ (FeCy,\ 2\ KCy) + 2\ Fe_2Cl_3 = 3\ FeCy,\ 2\ Fe_2Cy_3 + 6\ KCl$$

ausdrücken. Ich will letztere durch ein Schema darzustellen versuchen:

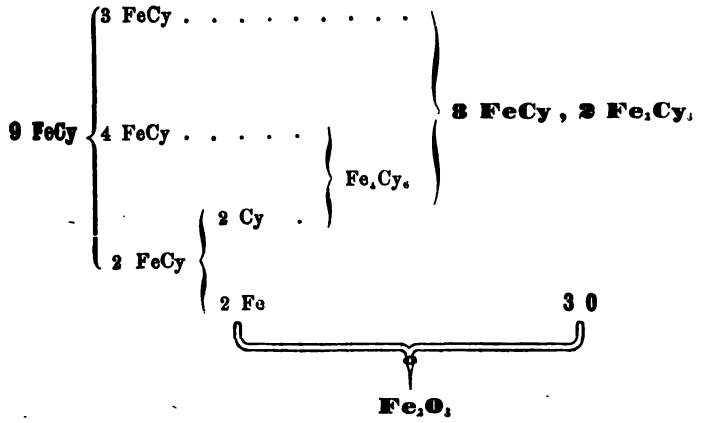


Wenn man endlich gelbes Blutlaugensalz mit reinem (1) Eisenoxydulsalz mischt, so entsteht ein weißer Niederschlag von Eisencyanür, der an der Luft augenblicklich blau wird und daher stets

(1) Der Versuch ist unter denselben Umständen anzustellen, wie der frühere zur Erkennung der Farbe des Oxydulhydrats.

schon von vornherein bläulich ausfällt. In einer wenn auch nur wenig Eisenoxyd haltenden Oxydullösung, also in dem käuflichen Eisenvitriol, entsteht in Folge des Oxydgehalts gleich ein ziemlich dunkler Niederschlag.

Wenn du die Flüssigkeit mit dem weißen oder bläulichen Niederschlage einigemal aus einem Glase ins andere gießest, so wirst du ihn sehr schnell dunkelblau werden, also in Berlinerblau übergehen sehen. Diese Veränderung beruht auf einer Oxydation, indem dadurch Eisenoxyd(-hydrat) gebildet und folglich etwas Cyan frei wird, welches mit einem Theil des Eisencyanürs Eisencyanid giebt, das dann mit unverändertem Eisencyanür zu Berlinerblau zusammentritt. Es entsteht also neben diesem Eisenoxyd. Nehmen wir 9 Aequivalente Eisencyanür, so tritt folgende Zersetzung ein:



Diese Wirkung der Luft wird durch Oxydationsmittel, wie z. B. Salpetersäure, sehr befördert. Man benutzt den Prozeß zur Darstellung des Berlinerblaus im Großen und „schönt“ die Farbe durch Behandeln mit Schwefelsäure, um das entstandene Eisenoxyd zu entfernen, welches das Blau etwas mißfarbig macht.

Uebrigens werden auch andere Methoden angewendet, welche aber alle auf einer oder der andern der angeführten Entstehungsweisen des Berlinerblaus oder auf mehreren zugleich beruhen und je nach dem Gange der Operation auch verschieden zusammengesetzte und verschieden schattirte Produkte geben. Sie haben danach verschiedene Namen erhalten, wie Turnbull's Blau, Pariser Blau, u. s. w. — Merke dir genau das Erklärte, denn es ist zur Unterscheidung des Eisenoxyduls von Eisenoxyd meist am bequemsten, die Blutlaugensalze anzuwenden.

Von den Verbindungen des Cyans mit den übrigen Metallen haſt du noch folgendes zu merken:

Das Cyanqueckſilber entſteht außer in der früher angegebenen Weiſe auch beim Auflöſen von Queckſilberoxyd in Blauſäure und beim Kochen von (2 Theilen) Berlinerblau mit (1 Theil) Queckſilberoxyd und (8 Theilen) Waſſer. Es ſcheidet ſich aus der kochend filtrirten Löſung in Kryſtallform aus; ſeine Zuſammenſetzung iſt HgCy.

Das Cyanſilber AgCy ſcheidet ſich als weißer Niederſchlag aus Silberlöſungen auf Zuſatz (von Ferrocyankalium oder) von Cyankalium aus; es iſt in Cyankalium löslich, indem ſich ein lösliches Doppelſalz AgCy, KCy bildet. Dieſe Löſung wird beim Verſilbern durch den galvaniſchen Strom angewendet.

Goldlöſung bildet mit Cyankalium ein lösliches Doppelſalz KCy + AuCy, deſſen Löſung zum Vergolden dient.

In dieſen Briefen habe ich nunmehr das Wiſſenswürdigſte aus der unorganiſchen Chemie in derjenigen Ordnung zuſammengeſtellt, welche das Verſtändniß der faſt unzähligen Thatſachen am meiſten zu erleichtern ſchien; ich habe mich dadurch gezwungen geſehen, mehrere Subſtanzen von einander zu trennen, welche eigentlich zuſammengehören, obwohl mir auch wieder in vielen Punkten dadurch verſtattet worden iſt, ſolche Subſtanzen zuſammenzuſtellen, die ſonſt getrennt behandelt werden; nun glaube ich zwar ſicher, daß dieſes Letztere weit häufiger geweſen iſt, als das Erſtere, und jedenfalls iſt der dadurch erreichte Vortheil gegen den unvermeidlichen Nachtheil dieſer Methode überwiegend groß: aber das, was man gewöhnlich Syſtem nennt, iſt in Folge dieſer Anordnung ganz außer Acht geblieben.

Es wird nun ein Leichtes ſein, die im Vorhergehenden zerſtreuten Elemente und Verbindungen ſo zuſammenzureihen, daß eine Ueberſicht nach ihren Eigenſchaften ermöglicht wird, und es iſt zu ſolcher Zuſammenſtellung ſchon vielfach der Grund im Vorhergehenden gelegt. Endlich ſind auch diejenigen Eigenſchaften der einzelnen Stoffe und Verbindungsklaſſen an den geeignetſten Punkten erwähnt worden, welche zu ihrer Erkennung und Unterſcheidung dienen, allein eine geordnete Zuſammenſtellung derſelben, behufs der Grundlage zu der Ausführung von Analyſen, fehlt ebenfalls noch. Alles dieſes wird zunächſt den Gegenſtand einer weiteren und letzten Reihe von Briefen bilden, deren Studium du

beginnen kannſt, wenn du dich durch eine gründliche Wiederholung alles Vorgekommenen darauf vorbereitet haſt.

Außer dieſer Anordnung zum Syſtem und den Grundzügen der hemiſchen Analyſe werden dieſelben ferner die Beſchreibung und Erklärung der Gewinnung der Metalle im Großen (Metallurgie) in ſo weit nthalten, wie ſie zur Begründung eines etwaigen ſpecielleren Studiums othwendig und ausreichend erſcheint.

Chemiſches Laboratorium.

Chemisches Laboratorium.

Anleitung

zum

Selbstunterrichte in der Chemie

von

Dr. Karl Stammer.

Dritter Theil.

Gießen, 1857.

J. Ricker'sche Buchhandlung.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1911 L

Verzeichniß

den Verſuchen im dritten Theile erforderlichen Gegenſtände.

Apparate.

12	Reagenzröhren . . .	9 Sgr.
12	Glaskölbchen	8 „
1	Reagenzröhrengeſtell . .	20 „
4	kleine Trichter . . .	6 „
1	Quetſchhahn	8 „
	Platinblech und Draht . .	19 „
		2 Thlr. 10 Sgr.

i einer vollſtändigeren und bequemeren Einrichtung würden
men :

Pinzette mit Platinſpitze .	1 Thlr.	10 Sgr.
Löthrohrlampe . .	1 „	10 „
Flaſchen mit Glasſtöpſel :		
6 von 8 Loth . .	— „	17 „
2½ Dutzend von 4 Loth	2 „	15 „
	5 Thlr.	22 Sgr.

Materialien.

Cyankalium	4 Loth.
Queckſilber	4 „
Reine Salzſäure	8 „
Reine Salpeterſäure . . .	8 „
Reines Ammoniak	8 „
Reines Kali	2 „
Molybdänſaures Ammoniak . .	1 Drachme.

Verſchiedene rohe Säuren und andere Reagentien.

es zuſammen etwa zu einem Betrage von 1 Thlr. 20

Minerialien

zu Löthrohrproben, ſämmtlich in äußerſt geringer Menge.

Gediegen Wismuth.	Chromeiſenſtein.	Buntkupfererz.
Schwefelantimon.	Pyroluſit.	Malachit.
Zinnſtein.	Manganit.	Kupferlaſur.
Zinnober.	Manganſpath.	Fahlerz.
Gediegen Arſen.	Bleiglanz.	Zinkblende.
Arſenikkies.	Selenblei.	Rothzinkerz.
Arſenikalkies.	Mennige.	Galmei.
Magneteiſenſtein.	Weißbleierz.	Gediegen Silber.
Rotheiſenſtein.	Vitriolbleierz.	Silberglanz.
Brauneiſenſtein.	Rothbleierz.	Rothgüldigerz.
Spatheiſenſtein.	Gelbbleierz.	Sprödglaserz.
Eiſenkies.	Kupferglanz.	Silberhornerz.
Magnetkies.	Kupferkies.	

Im Ganzen im Werthe von 1—2 Thlr.

Inhalt.

Seite

ierundſiebenzigſter Brief.

Eintheilung der Verbindungen und der Elemente. Geſetze für die Verbindungen. Anſchauungsweiſe über die Entſtehung von Verbindungen und über die Anordnung der Elemente in denſelben. Metalle und Metalloide 489

ünfundſiebenzigſter Brief.

Eintheilung der Metalle nach ihrem Verhalten zum Waſſer und nach dem Verhalten ihrer Verbindungen zu Reagentien — analytiſche Gruppen. Eintheilung der Verbindungen erſter, zweiter u. ſ. w. Ordnung 495

echsundſiebenzigſter Brief.

Allgemeine Ueberſicht der betrachteten Elemente und Verbindungen in tabellariſcher Form nach der gebräuchlichen Ordnung; zuſätzliche Bemerkungen über einige Subſtanzen 501

iebenundſiebenzigſter Brief.

Metallurgie. — Natrium. — Aluminium. — Allgemeine Bemerkungen über Erze und ihre Benutzung. — Gold. Darſtellung von reinem Gold. — Wismuth. Prüfung des käuflichen Metalls. Reaction des Wismuths vor dem Löthrohr. — Schwefelantimon. Reaction deſſelben. — Aufgaben 510

chtundſiebenzigſter Brief.

Zinn. Unterſuchung auf fremde Metalle. Reduction und characteriſtiſche Merkmale des Zinnſteins. — Queckſilber; Prüfung; Reinigung; Reaction des Zinnobers. — Arſen. — Reactionen der Arſenerze. — Auflöſungen 518

eunundſiebenzigſter Brief.

Eiſen; Erze; Reduction derſelben; Hochofenproceß; Roheiſen. Kohlenſtoffgehalt deſſelben 525

chtzigſter Brief.

Eiſen, Fortſetzung; Stabeiſen; Friſch- und Puddlingsproceß; Aufgaben und *Auflöſungen: Aequivalente* unreiner Stoffe, annähernde *Verhältniſſe* 532

Seite

Einundachtzigſter Brief.

Eiſen, Fortſetzung. Bearbeitung und Eigenſchaften des Stabeiſens. Stahl, Eigenſchaften und verſchiedene Methoden der Darſtellung. Kennzeichen der Eiſenerze. — Antworten und Aufgaben . . 537

Zweiundachtzigſter Brief.

Mangan. Reactionen der Manganerze. — Antimon. Prüfung des käuflichen Antimons; Darſtellung des reinen Metalls. — Blei. Ausſcheidung des Silbers aus dem Werkblei. Prüfung des Blei's; Kennzeichen der Bleierze. — Antworten. 543

Dreiundachtzigſter Brief.

Kupfer. Unterſuchung des Kupfers und der Kupferlegirungen. — Darſtellung des reinen Metalls. Gewinnung des Silbers aus dem ſilberhaltigen Kupfer. Kennzeichen der Kupfererze. — Aufgaben . 551

Vierundachtzigſter Brief.

Zink. Kennzeichen der Zinkerze. — Kobalt; Smalte. — Nickel. — Silber; verſchiedene Verfahrungsarten. Prüfung der Silberlegirungen; Kennzeichen der Silbererze. — Auflöſungen und Aufgaben 559

Fünfundachtzigſter Brief.

Analytiſche Arbeiten. Allgemeines; Reagentien und deren Reindarſtellung. Verſchiedene Vorſchriften. — Antworten . . . 569

Sechsundachtzigſter Brief.

Verhalten der Metalloxyde gegen Reagentien. — Eintheilung derſelben in analytiſche Gruppen. Allgemeine und beſondere Unterſcheidungsmerkmale. — Aufgaben. 578

Siebenundachtzigſter Brief.

Reactionen der chemiſchen Verbindungen in Bezug auf ihre electronegativen Beſtandtheile. — Allgemeine Ueberſicht der Löslichkeits- und Unlöslichkeitsverhältniſſe. — Antworten 583

Achtundachtzigſter Brief.

Gang der Analyſe. — Aufſuchung der Baſis in einfachen Verbindungen. Aufſtellung einer Reihenfolge von Subſtanzen, die zu analytiſchen Uebungen geeignet ſind. — Aufgaben 588

Neunundachtzigſter Brief.

Aufſuchung der Säuren. — Abänderung des gegebenen Ganges für den Fall der Unlöslichkeit der Verbindungen in Waſſer und in Säuren. Analyſe zuſammengeſetzter Subſtanzen; Beiſpiele dazu. — Ueberſicht der ganzen Analyſe. — Schluß 593

Alphabetiſches Regiſter 603

74. Brief.

Eintheilung der Verbindungen und der Elemente. Geſetze für die Verbindungen. Anſchauungsweiſe über die Entſtehung von Verbindungen und über die Anordnung der Elemente in denſelben. Metalle und Metalloide.

Man hat vielfach verſucht, die einzelnen Elemente ſowohl, wie die verſchiedenen Verbindungen, von denen ich dir in den bisher geſandten Briefen eine kleine Anzahl vorgeführt habe, in ein Syſtem zu bringen, und ſo, Verwandtes mit Verwandtem zuſammenſtellend, die Ueberſicht der zahlloſen Stoffe, welche ſich unſerer Beobachtung darbieten, zu erleichtern.

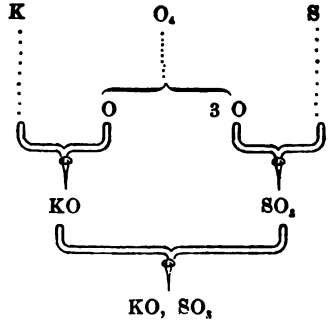
Wenn es auch nicht ſchwer fällt, diejenigen Körper zu claſſificiren, welche aus mehreren andern zuſammengeſetzt ſind, ſo ſind doch alle Verſuche, die Elemente, oder die bisher noch nicht zerlegten Subſtanzen in gewiſſe beſtimmt geſonderte Abtheilungen zu bringen, eben nur als Verſuche zu betrachten, deren Werth um ſo geringer anzuſchlagen iſt, als eine ſcharfe Eintheilung der Grundſtoffe wenigſtens für jetzt noch unmöglich iſt. Denn es iſt mit Sicherheit zu erwarten, daß eine nicht allzulange Zeit vergehen wird, bevor wir die Anzahl derſelben ſich bedeutend vermindern ſehen werden, da manche von ihnen ſolche Aehnlichkeiten unter einander zeigen, daß man ſie kaum für weſentlich verſchieden halten kann.

Allein auch abgeſehen hiervon ſind ſcharfe Eintheilungen durchaus dem Geiſte der Natur nicht entſprechend, in welcher wir ja nirgends beſtimmt abgegränzte Claſſen, ſondern ſtets ſanfte Uebergänge antreffen.

So weit es indeß mit dem Umfange dieſer Mittheilungen vereinbar erſcheint, will ich dir die Haupteintheilungen vorzuführen verſuchen, durch welche man ſich bemüht hat, faſt im Widerſpruch mit der Natur das Gebiet der chemiſchen Wiſſenſchaft einer leichteren Ueberſicht zugänglich zu machen.

Zunächſt unterſcheidet man einfache und zuſammengeſetzte Körper; ich habe dir ſchon mehrmals angedeutet, was man unter den erſtern verſteht. Namen und Eigenſchaften derſelben haſt du, ſo weit ſie ein gewiſſes Intereſſe bieten, im Vorhergehenden kennen gelernt und ich bemerke daher nur, daß wir deren jetzt im Ganzen 62 annehmen. Wenn ſich nun zwei einfache Körper zuſammen vereinigen, ſo nennt man die entſtehende Verbindung eine Verbindung erſter Ordnung; hierher gehören die Oxyde, die Haloidſalze u. ſ. w. Wenn ſich zwei Verbindungen erſter Ordnung mit einander verbinden, ſo entſteht eine Verbindung zweiter Ordnung, wie z. B. die Amphidſalze. Es gilt als Regel, daß ſich ſtets nur zwei Subſtanzen mit einander vereinigen, und daß dieſe immer von derſelben Art, alſo entweder beide Elemente, oder beide Verbindungen erſter oder zweiter Ordnung ſein müſſen. Indeſſen iſt dieſe Regel von vorn herein nur auf die Produkte der unorganiſchen Natur anwendbar, indem wir in der organiſchen eine Menge von Stoffen kennen, welche offenbar aus drei Elementen beſtehen. Wir nehmen jedoch an, daß wir in dieſem Falle von der Art der Anordnung der Atome noch keine Vorſtellung haben, während andere Beobachtungen auch hier auf die jedesmalige Verbindung von nur zwei Stoffen ſchließen laſſen.

In den unorganiſchen Produkten aber pflegt man die angedeutete Regel als allgemein gültig anzunehmen. Der Elemente von ſchwefelſaurem Kali z. B. ſind allerdings drei, Kalium, Schwefel und Sauerſtoff, und es beſteht das Salz im Ganzen aus je einem Atom der erſteren und 4 Atomen des letzteren KSO_4; allein es haben ſich dieſe drei Subſtanzen nicht gleichzeitig verbunden, ſondern Kalium und Schwefel theilen ſich in den Sauerſtoff, ſo daß dadurch zwei Verbindungen erſter Ordnung entſtehen, durch deren Verbindung erſt das ſchwefelſaure Kali entſteht.



Wirklich verbinden ſich die drei Elemente, wenn ſie zuſammengebracht werden, nicht unmittelbar, ſondern es entſtehen die beiden Mittelglieder, und eben ſo ſicher iſt es, daß man das Salz durch Zuſammenſetzung dieſer beiden zuſammengeſetzten Stoffe erhält. Auch findet man,

daß wenn man zwischen Verbindungen von zwei Elementen das dritte zu einer höheren gehörige Element hinzufügt, dieses sich nicht mit der ursprünglichen Verbindung vereinigt, sondern daß Verbindungen des dritten mit jedem einzelnen der beiden ersten Elemente entstehen, die je nach Umständen unter einander zu der neuen Verbindung zusammentreten, oder auch einzeln bestehen bleiben.

Es ist indessen die Art und Weise, wie sich die Substanzen mit einander verbinden, nicht zu verwechseln mit der Art und Weise, wie die Atome in der verbundenen Substanz angeordnet sind. Wenn auch, um bei dem Beispiel stehen zu bleiben, Kali und Schwefelsäure zu schwefelsaurem Kali zusammentreten und so eine Verbindung KO, SO_3 zu entstehen scheint, so ist es doch darum noch lange nicht ausgemacht, daß in dem schwefelsauren Kali wirklich die Schwefelsäure und das Kali existiren. Ob man auch zwar in dem schwefelsauren Kali sowohl Schwefelsäure wie Kali nachweisen kann, so ist doch dieser Nachweis nicht unumstößlich. Man kann nicht sagen, daß z. B. die Schwefelsäure deshalb darin vorhanden wäre, weil die Lösung mit einem Barytsalz (S. 307) einen Niederschlag liefert, denn sie kann ebensowohl im Momente der Vermischung erst sich aus den Elementen zusammensetzen, oder es können vielmehr die Elemente des schwefelsauren Baryts zu dieser Verbindung zusammentreten, ohne daß doch darum in dem schwefelsauren Baryt Schwefelsäure nothwendig gedacht werden muß. Bei andern Salzen, z. B. dem schwefelsauren Eisenoxyd, könnte man die Existenz dieser niederen Verbindungen (also hier der Schwefelsäure und des Eisenoxyds) aus der Thatsache folgern, daß sie beim Erhitzen in dieselben zerfallen, allein dieser Grund ist schon deshalb nicht stichhaltig, weil ja auch viele in der Hitze ganz andere Zersetzungsprodukte liefern, als man nach ihrer gewöhnlich angenommenen Zusammensetzung erwarten sollte. So schreibt man z. B. die Formel des chlorsauren Kalis KO, ClO_5, während es sich beim Erhitzen in KCl und 6 O zerlegt, wonach man also auch KCl, O_6 schreiben könnte.

Hieraus geht hervor, daß die Regel, welche ich vorhin aussprach, nur anwendbar ist auf den Akt des Sichverbindens, aber nicht auf den Zustand des Verbundenseins, und daß unsere Formeln allenfalls andeuten, wie die Verbindungen, welche sie darstellen, entstehen, und welches die Substanzen sind, die man unter bestimmten Umständen daraus erzeugen kann, daß es aber ein durchaus falscher Schluß ist, wenn man daraus folgern wollte, daß sie auch anwendbar seien auf die Art des Bestehens dieser Verbindung, auf die Anordnung der Atome in der ruhenden Substanz. Es ist im Gegentheil äußerst unwahrscheinlich, daß die Atome in der *bezeichneten* Art geordnet bleiben, und ich könnte dir *eine ganze Reihe von Erscheinungen* anführen, welche deutlich beweisen,

daß die Formeln nicht andeuten, wie die innere Zusammensetzung der Verbindungen beschaffen ist. Das hindert jedoch nicht, daß sie sehr brauchbar zur Uebersicht der Art und Weise sind, wie die Substanzen entstehen, und zur Andeutung über die Natur von Stoffen, welche man unter gewissen Umständen daraus abscheiden kann.

Endlich giebt es noch einen Umstand, welcher die angeführte Regel jeder weiteren Bedeutung beraubt: es giebt einige Verbindungen, selbst in der unorganischen Chemie, welche durch Zusammentreten zweier Körper verschiedener Ordnung entstehen. So verbindet sich z. B. das Chlor mit Wasser zu einer krystallisirbaren Verbindung, welche die Formel Cl + 10 HO hat und die man sich in keiner Weise anders, denn als eine Ausnahme von obiger Regel denken kann. Solcher Verbindungen giebt es noch mehrere; und wenn für Sprachregeln auch der Grundsatz gilt: „keine Regel ohne Ausnahme", so ist doch ein Naturgesetz mit einer Ausnahme ein Unsinn und lieber sollte man gar keine Regel für Naturerscheinungen aufstellen, als gleich dabei gestehen, daß es auch Ausnahmen gäbe.

Man hat, um dem schwachen menschlichen Verstande zu Hülfe zu kommen, mancherlei Eintheilungen der einfachen Körper versucht; sie leiden alle mehr oder weniger an den vorhin angedeuteten Mängeln, und sie haben im Grunde wenig Werth. Eine Eintheilung in zwei Hauptgruppen hat sich die allgemeinste Geltung verschafft, und sie wird in den meisten Lehrbüchern der Chemie befolgt. Man nennt nämlich eine gewisse Anzahl Elemente Metalle, die übrigen Metalloide. Ueber die Begrenzung dieser Gruppen ist man indessen, wie es die Natur der Sache nach den vorhin gegebenen Erklärungen mit sich bringt, keineswegs einig. Ordnet man die Elemente nach ihren electropositiven und negativen Eigenschaften, so gehören die positiven Elemente im Allgemeinen den Metallen, die negativen den Metalloiden an. Allein man muß bedenken, daß keine Grenze sich hier ziehen läßt, und daß es eine Menge von Elementen giebt, die nicht bestimmt die eine oder andere Electricität zeigen, sondern bald zum positiven, bald zum negativen Pole sich verfügen, je nachdem man ihre Verbindung mit dem einen oder mit dem andern Elemente durch den galvanischen Strom zerlegt. Man sagt auch von diesen Elementen, daß sie nur eine relative Electricität zeigen, und daß sie in Bezug auf ein Element negativ, in Bezug auf ein anderes positiv seien.

Wenn man also mit dem Namen Metalle die entschieden positiven, mit dem Namen Metalloide die entschieden negativen Elemente bezeichnet, so hilft man sich für die übrigen dadurch, daß man zu jeder Classe diejenigen rechnet, welche damit am meisten Analogie haben.

Auch hat man wohl die beiden Classen so zu charakterisiren versucht, daß man Metalle diejenigen Elemente genannt hat, welche sich durch ein höheres specifisches Gewicht, Undurchsichtigkeit, eigenthümlichen Glanz, Festigkeit und Leitungsvermögen für Wärme und Electricität auszeichnen, indem man den Metalloiden alle diejenigen Elemente zurechnete, welche nicht zu den Metallen zu zählen waren. Sie zeigen unter sich viel weniger Uebereinstimmung als die Metalle; im Allgemeinen läßt sich nur noch sagen, daß sie eine größere Neigung besitzen, sich unter einander zu verbinden, als die Metalle, und daß die entstehenden Verbindungen in ihren Eigenschaften weit mehr von denen der Elemente abweichen, welche zusammengetreten sind, als dies bei den Verbindungen der Metalle unter sich stattfindet, daß dagegen die Neigung zu Verbindungen zwischen den Metalloiden einerseits und den Metallen andererseits am stärksten hervortritt.

Du siehst, daß dasjenige, was ich dir über derartige Classificationen sagte, gerechtfertigt ist; du wirst indessen schon von den meisten der dir bekannt gewordenen Elemente selbst erkennen, zu welcher dieser beiden Abtheilungen sie zu rechnen sind.

Als Metalloide pflegt man anzunehmen: Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Arsen, Antimon, Bor, Silicium, Wasserstoff; alle übrigen Elemente rechnet man zu den Metallen. Zu diesen scheinen auch dem äußeren Eindruck nach Arsen und Antimon zu gehören, allein ihr ganzes Verhalten in chemischer Beziehung reiht sie den Metalloiden und zwar namentlich dem Phosphor an.

Den Wasserstoff, als einen der electropositivsten Elemente, rechnet man nur mit Unrecht zu den Metalloiden und nur seine Gasgestalt ist die Ursache dieser gewiß ganz falschen Stellung. Denn sein chemisches Verhalten und namentlich die Leichtigkeit, mit welcher er gerade die Metalle vertreten kann, reiht ihn — dem bestehenden Gebrauche zuwider — mit Bestimmtheit den Metallen an.

Betrachten wir den Charakter der Verbindungen der Elemente mit dem Körper, welcher ohne Zweifel der wichtigste von allen und derjenige ist, dessen Verbindungen mit allen andern — mit alleiniger Ausnahme des Fluors — bekannt sind, so findet man, daß die Metalloide mit Sauerstoff vorzugsweise electronegative Verbindungen oder Säuren bilden, während die Oxyde der Metalle vorzugsweise electropositiv sind, oder den Charakter der Basen tragen. Erinnere dich der dir schon bekannt gewordenen Oxyde und du wirst dies im Allgemeinen bestätigt finden, obwohl es dir nicht entgehen kann, daß z. B. das Mangan sowohl Basen als Säuren bildet, und daß dieses selbst vom Eisen

gilt, weshalb das Verhalten der Oxyde zwar einen annähernden, aber nie einen bestimmten Trennungsgrund abgeben kann.

Mehr vielleicht dürften sich die Wasserstoffverbindungen hierzu eignen, indem man Metalloide diejenigen Körper nennen könnte, welche mit Wasserstoff Verbindungen eingehen, während man alle diejenigen, welche sich nicht mit Wasserstoff verbinden, Metalle nennen würde. Bei dieser Eintheilung müßte freilich das Silicium und das Bor den Metallen zugezählt werden, was aber auch in anderer Beziehung eben nicht unstatthaft wäre.

Hiernach magst du die Eintheilung der Elemente in Metalle und Metalloide beurtheilen und ich gehe nun zu den Unterabtheilungen über, welche man aufzustellen gesucht hat. In neuerer Zeit sind von mehreren Seiten wiederholt Systeme aufgestellt worden, wonach eine vollständige Classification möglich sein soll. Du kannst nach dem Gesagten denken, daß sie so gut wie erfolg- und werthlos sind, und nur dazu dienen können, die Kleinlichkeit der Versuche zu zeigen, welche von den betreffenden Autoren zur Förderung chemischer Wissenschaft gemacht worden sind. Es läßt sich für die Metalloide gar keine Eintheilung aufstellen, was auch gänzlich überflüssig ist. Nur zwei Gruppen lassen sich darunter als ganz bestimmt begränzt bezeichnen: die der Amphigene und die der Halogene; ich habe schon (S. 188 ff.) ausführlich davon gesprochen, und brauche hier nicht weiter darauf einzugehen.

Vielleicht kann man noch Phosphor, Arsen und Antimon zusammenstellen, insofern sie in den Formeln und allgemeinen Eigenschaften ihrer Verbindungen übereinstimmen, aber alles Weitere sind eitele Versuche und Spielereien. Die Metalle hat man früher nach ihrer Schwere und ihren sonstigen äußeren Eigenschaften eingetheilt; da dieser Eintheilungsgrund aber der Chemie eigentlich fremd ist, so ist das Verhalten zum Sauerstoff und zum Wasser, namentlich die Kraft, mit welcher sie letzteres zersetzen, gewiß der einfachste und schärfste Eintheilungsgrund, obwohl auch dieser wie alle andern nur wieder dazu führt, daß wir lernen müssen, daß die Natur keine Classen kennt. Im nächsten Brief komme ich auf diesen Gegenstand noch einmal zurück.

75. Brief.

itheilung der Metalle nach ihrem Verhalten zum Waſſer und nach dem Verhalten ihrer Verbindungen Reagentien — analytiſche Gruppen. Eintheilung der Verbindungen erſter, zweiter u. ſ. w. Ordnung.

Die Eintheilung der Metalle, welche ich dir in meinem vorigen riefe andeutete, iſt eigentlich nur eine Anordnungsweiſe, da, wie du)en wirſt, eine ſcharfe Grenze der einzelnen Claſſen auch dadurch nicht wonnen wird.

Es zerlegen nämlich das Waſſer ſchon bei gewöhnlicher Temperatur lgende Metalle :

Kalium, Natrium, Lithium (1), Baryum, Strontium, Calcium, Magneſium und eine Anzahl ſeltener Metalle, wie Thorium Yttrium u. ſ. w.

Es zerlegen das Waſſer nur in der Wärme :

Aluminium und eine Reihe ſeltener Metalle, wie Zirkonium u. ſ. w.

Da das ſpezifiſche Gewicht dieſer Metalle geringer als 5, das der lgenden höher als 5 iſt, ſo nennt man jene auch wohl leichte, dieſe »were oder eigentliche Metalle. Seit man aber die Eigenſchaften s Aluminiums in größeren Stücken näher kennen gelernt hat, erſcheint gerechtfertigt, daſſelbe ebenfalls den eigentlichen Metallen zuzurechnen ; lein es iſt wohl zu erwägen, daß das Aluminium in Geſtalt eines

(1) Seiner geringen Wichtigkeit wegen habe ich von dieſem Metalle gar ht geſprochen; es kommt äußerſt ſelten vor und ſteht in allen Beziehungen den iden andern ſehr nahe.

feinen Pulvers ganz andere Eigenſchaften beſitzt, als in compacten Stücken, wonach es alſo gerade den Uebergang zwiſchen dieſen beiden Gruppen bildet.

Von den übrigen Metallen zerlegen das Waſſer in der Glühhitze:

Mangan, Eiſen, Chrom, Uran, Nickel, Kobalt, Zink, Cadmium und eine Reihe ſeltenerer Metalle, wie Titan, Vanad, Wolfram u. ſ. w.

welche letztere eine geſonderte Abtheilung darſtellen, indem ſie nicht, wie die zuerſt genannten, das Waſſer auch in Gegenwart von Schwefelſäure unter Waſſerſtoffentwickelung zerſetzen, und außerdem mit Sauerſtoff vorzugsweiſe Säuren bilden.

Das Waſſer zerſetzen weder in der Glühhitze noch in Gegenwart von Schwefelſäure:

Wismuth, Blei, Kupfer.

Bei folgenden Metallen endlich iſt die Affinität zum Sauerſtoff ſo gering, daß ihre Oxyde in der Hitze ſich ohne Hinzutritt eines Reductionsmittels in Sauerſtoff und Metall zerlegen:

Queckſilber, Silber, Palladium, Gold, Platin und die Platinmetalle.

Dieſe Metalle faßt man unter der Benennung edle Metalle zuſammen.

Auch hier kann wieder das Queckſilber getrennt werden, indem die übrigen Metalle ſich nicht direct oxydiren laſſen, während das Queckſilber in einer beſtimmten Temperatur Sauerſtoff aufnimmt, weshalb Manche es auch zu den unedlen Metallen rechnen.

Betrachtet man die Metalle nach dem Verhalten ihrer löslichen Verbindungen zu den wichtigſten Reagentien, ſo wie nach der Löslichkeit oder Unlöslichkeit ihrer Oxyde und wichtigſten Salze, ſo erhält man Gruppen, welche für die Analyſe der Metallverbindungen von der größten Wichtigkeit ſind, und welche mit den ſoeben aufgeſtellten ziemlich übereinkommen.

Als erſtes Unterſcheidungsmittel dient hier das Verhalten der Schwefelverbindungen gegen Löſungsmittel, oder das Verhalten gelöſter Metallverbindungen zu Schwefelwaſſerſtoff und zu Schwefelammonium. Man kann ſagen, daß nur die ſchweren Metalle von einem dieſer beiden Stoffe als Schwefelmetalle gefällt werden (ſiehe die Tab. S. 473 und 477), obwohl auch eines derſelben — das Chrom — zwar gefällt

wird, aber nicht als Schwefelmetall, sondern als Oxydhydrat. Dieses reiht sich dadurch dem Aluminium und den ähnlichen Metallen an, welche sämmtlich zwar durch Schwefelammonium, aber als Hydrate der Oxyde gefällt werden. Diese bilden demnach den Uebergang zu den uneigentlichen Metallen, welche mit Schwefel lösliche Verbindungen eingehen und deren Lösungen weder durch Schwefelwasserstoff, noch durch Schwefelammonium gefällt werden. Die schweren Metalle zerfallen, von diesem Standpunkte aus betrachtet, wieder in zwei Gruppen, je nachdem ihre Schwefelverbindungen aus einer sauren Lösung (durch Schwefelwasserstoff), oder nur aus alkalischer Lösung (durch Schwefelammonium) ausgefällt werden. Ich verweise dich auf die vorerwähnte Tabelle, welche dich auch an die Unterabtheilungen der ersten dieser Gruppen erinnern soll, die durch die Löslichkeit oder Unlöslichkeit des Schwefelwasserstoff-Niederschlags in Schwefelammonium begründet werden.

Die leichten oder uneigentlichen Metalle kann man folgendermaßen eintheilen:

1) Die Oxyde und Kohlensäuresalze sind löslich: Kalium, Natrium, Lithium — Metalle der Alkalien (Alkalien heißen dann die Oxyde dieser Metalle).

2) Die Oxyde sind zwar löslich, aber die Kohlensäuresalze sind unlöslich: Calcium, Baryum, Strontium — Metalle der alkalischen Erden (alkalische Erden heißen die Oxyde dieser Metalle).

3) Die Oxyde und Kohlensäuresalze sind unlöslich (oder existiren nicht): Magnesium, Aluminium u. s. w. — Metalle der Erden (Erden heißen die Oxyde dieser Metalle). Denselben kann noch in Bezug auf sein analytisches Verhalten das Chrom zugezählt werden. Man pflegt das Magnesium auch wohl zu der vorhergehenden Gruppe zu rechnen, doch wird dadurch die Abgränzung derselben schwieriger.

Ich komme später bei der Anleitung zu analytischen Arbeiten nochmals hierauf zurück; präge dir einstweilen diese allgemeinen Unterscheidungsmerkmale der Gruppen wohl ein und veranschauliche sie dir wiederholt durch die betreffenden Versuche, d. h. durch die Ausführung der Fällung oder Nicht-Fällung der einzelnen Lösungen mit den entsprechenden Reagentien.

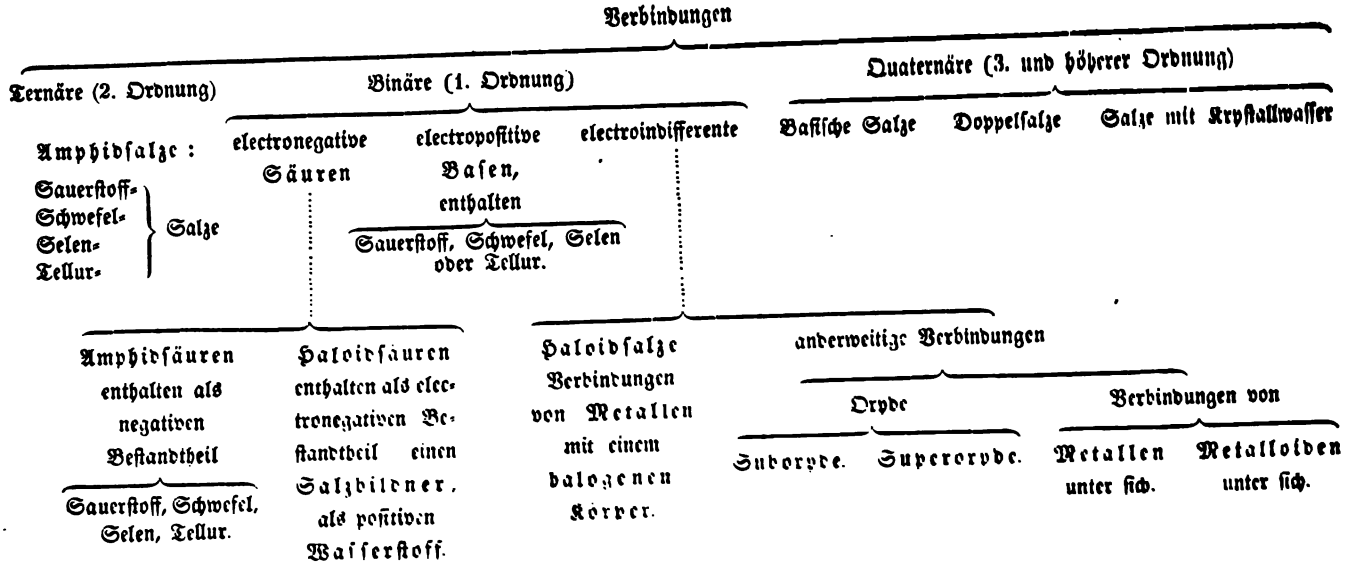
Ich gehe nun zur Eintheilung der Verbindungen über.

Um dieselben, namentlich die zahlreichen Verbindungen erster Ordnung oder zwischen zwei Elementen übersehen zu können, unterscheidet

man verſchiedene Claſſen derſelben, welche ſcharf gekennzeichnet ſind, wobei es dann aber allerdings unmöglich bleibt, einige ganz eigenthümliche Verbindungen einzuordnen und überhaupt ein eigentliches Syſtem mit feſter und folgerechter Gliederung aufzuſtellen. Eine der Claſſen, welche am deutlichſten unterſchieden iſt, iſt die der Haloidſalze, oder der Verbindungen irgend eines Metalles mit einem Salzbildner (Br. 32); du wirſt dich erinnern, daß wir zwei Abtheilungen von Haloidſalzen unterſchieden haben; die Glieder der einen enthalten Waſſerſtoff und tragen den electronegativen Character der Säuren, die der andern ſind neutral und ſtehen in ihrem Verhalten den Salzen näher. Eine zweite ſehr hervorragende Claſſe binärer Verbindungen (Verbindungen zweier Elemente) haben wir in den Verbindungen mit Sauerſtoff kennen gelernt; ſie haben den gemeinſamen Namen Oxyde erhalten und du wirſt dich erinnern, daß wir zwei Unterabtheilungen derſelben unterſchieden haben, nämlich electropoſitive oder Baſen und electronegative oder Säuren, wozu wir noch eine dritte rechnen können, welche die Oxyde ohne ausgeſprochenen electriſchen Charakter enthält, nämlich die Suboxyde (z. B. Bleiſuboxyd — S. 220) und die Superoxyde (z. B. Braunſtein Br. 31). Als den Verbindungen mit Sauerſtoff in chemiſcher Beziehung entſprechend ſind die Verbindungen des Schwefels, Selens und Tellurs zu betrachten, von denen im Br. 52 die Rede war, und von denen im Allgemeinen daſſelbe gilt, was ich von den Oxyden geſagt habe. Manche Schwefelverbindungen, ſo wie viele Verbindungen der ſ. g. Metalloide unter ſich, und endlich die Metallegirungen kommen hierbei in die große Claſſe der indifferenten Körper, die den übrigen Claſſen nicht unterzuordnen ſind.

Die Verbindungen zweiter und höherer Ordnung, d. h. diejenigen, welche aus zwei oder mehreren Verbindungen erſterer Ordnung zuſammengeſetzt ſind, ſind entweder die eigentlichen Amphidſalze (Br. 32), oder Verbindungen von Haloidſalzen mit Kryſtallwaſſer (z. B. das Eiſenchlorür FeCl, 4 HO), oder mit einem Oxyd des Metalls (baſiſche Salze), oder Verbindungen mehrerer Amphidſalze unter ſich, mit oder ohne Kryſtallwaſſer u. ſ. w.

Eine Ueberſicht dieſer Eintheilung giebt die folgende Tabelle, doch bemerke ich dazu ausdrücklich, daß ich ſie dir nicht etwa ſchicke, weil ich einen bedeutenden Werth darauf lege, ſondern nur, weil ich hoffe, dir dadurch einen Ueberblick über die verſchiedenen Arten chemiſcher Verbindungen zu geben, und dir dadurch eine Vergleichung derſelben zu erleichtern.


Verbindungen
Ternäre (2. Ordnung)
Binäre (1. Ordnung)
Quaternäre (3. und höherer Ordnung)
Amphidsalze:
Sauerstoff-
Schwefel-
Selen-
Tellur-
Salze
electronegative Säuren
electropositive Basen, enthalten Sauerstoff, Schwefel, Selen oder Tellur.
electroindifferente
Basische Salze
Doppelsalze
Salze mit Krystallwasser
Amphidsäuren enthalten als negativen Bestandtheil Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur.
Haloidsäuren enthalten als electronegativen Bestandtheil einen Salzbildner, als positiven Wasserstoff.
Haloidsalze Verbindungen von Metallen mit einem halogenen Körper.
anderweitige Verbindungen
Oxyde
Suboxyde.
Superoxyde.
Verbindungen von
Metallen unter sich.
Metalloiden unter sich.

Nach dieſen Andeutungen über das Syſtem, in welches ſich die Elemente und ihre Verbindungen bringen laſſen, gehe ich im nächſten Briefe zu der entſprechenden ſyſtematiſchen Aufzeichnung aller derjenigen Subſtanzen über, welche ich in meinen früheren Briefen ſpecieller betrachtet habe, wobei ich mich an diejenige Ordnung halten werde, welche in den meiſten Lehrbüchern der Chemie befolgt zu werden pflegt, damit du ſowohl eine überſichtliche Zuſammenſtellung der dir bekannten Körper erhältſt, als auch in den Stand geſetzt wirſt, das Vorgekommene mit dem Inhalte anderer Werke zu vergleichen und dadurch deine Kenntniſſe zu vervollſtändigen.

76. Brief.

Allgemeine Ueberſicht der betrachteten Elemente und Verbindungen in tabellariſcher Form nach der gebräuchlichen Ordnung; zuſätzliche Bemerkungen über einige Subſtanzen.

Die ſyſtematiſche Aufzählung der einfachen Körper und Verbindungen nach der Ordnung, wie dieſelben in den Lehrbüchern der Chemie betrachtet zu werden pflegen, laſſe ich zur leichteren Ueberſicht des bisher behandelten Stoffes hier folgen.

Indem ich dabei die höchſt unpraktiſchen Einrichtungen außer Acht laſſe, die manche neuere Lehrbücher als „Verbeſſerungen“ in der Anordnung einführen wollen, wonach z. B. erſt ſämmtliche einfache Stoffe für ſich allein und dann erſt deren Verbindungen nach beſtimmten Claſſen betrachtet werden, befolge ich in dieſer Aufzählung das einfachſte Princip, bei den Elementen erſt dieſe für ſich und dann gleich alle ihre Verbindungen mit ſämmtlichen vorhergehenden anzuführen.

Am Schluſſe dieſer Ueberſicht füge ich einige kurze Bemerkungen über eine kleine Zahl von Verbindungen hinzu, welche zur Vervollſtändigung hier Platz finden können. In der Ueberſicht ſelbſt ſind die betreffenden Subſtanzen mit Ziffern bezeichnet, welche ſich auf die nachfolgenden Bemerkungen beziehen.

Metalloide.

1. **Sauerſtoff.**
2. **Waſſerſtoff.**
   Verbindungen:
   Waſſer.
   Waſſerſtoffſuperoxyd.
3. **Stickſtoff.**
   Atmoſphäriſche Luft.
   Verbindungen:
   a. Mit Sauerſtoff
   Stickſtoffoxydul.
   Stickſtoffoxyd.
   Salpetrige Säure.
   Unterſalpeterſäure.
   Salpeterſäure.
   b. Mit Waſſerſtoff
   Ammoniak.
   Ammoniumoxyd.
4. **Schwefel.**
   Verbindungen:
   a. Mit Sauerſtoff
   Schweflige Säure.
   Schwefelſäure:
   Waſſerfreie.
   Waſſerhaltige.
   Engliſche.
   Nordhäuſer.
   Unterſchweflige Säure
   u. ſ. w.

b. Mit Waſſerſtoff
Schwefelwaſſerſtoff.
Waſſerſtoffſulfid.
c. Mit Stickſtoff
Schwefelſtickſtoff.

5. **Selen.**
Verbindungen:
a. Mit Sauerſtoff
Selenige Säure.
Selenſäure.
b. Mit Waſſerſtoff
Selenwaſſerſtoff.

6. **Tellur.**

7. **Chlor.**
Verbindungen:
a. Mit Sauerſtoff
Unterchlorige Säure.
Chlorige Säure.
Unterchlorſäure.
Chlorſäure.
Ueberchlorſäure.
b. Mit Waſſerſtoff
Salzſäure.
Königswaſſer.
c. Mit Stickſtoff
Chlorſtickſtoff. [1])
d. Mit Schwefel
Chlorſchwefel. [2])

8. **Brom.**
Verbindungen:
Bromſäure.
Bromwaſſerſtoff.

9. **Jod.**
Verbindungen:
Jodſäure. [3])
Jodwaſſerſtoff.
Jodſtickſtoff. [4])
Chlorjod. [5])

10. **Fluor.**
Verbindungen:
Fluorwaſſerſtoff.

11. **Phosphor.**
Verbindungen:
a. Mit Sauerſtoff
Phosphoroxyd. [6])
Unterphosphorige Säure.
Phosphorige Säure.
Phosphorſäure.
b. Mit Waſſerſtoff
Phosphorwaſſerſtoff.
c. Mit den übrigen Metalloiden
Schwefelphosphor. [7])
Chlorphosphor. [8])

12. **Arſen.**
Verbindungen:
a. Mit Sauerſtoff
Arſenige Säure.
Arſenſäure.
b. Mit den übrigen Metalloiden
Arſenwaſſerſtoff.
Schwefelungsſtufen des Arſens.
Chlorarſen. [9])

13. **Bor.**
Verbindungen:
Borſäure.
Fluorbor. [10])
Verbindungen mit Chlor u. ſ. w.

14. **Kieſel.**
Verbindungen:
Kieſelſäure.
Chlorſilicium. [11])
Fluorſilicium.

15. **Kohlenſtoff.**
Verbindungen:
a. Mit Sauerſtoff
Kohlenoxyd.
Kohlenſäure.
(Kleeſäure.)
b. Mit Waſſerſtoff
Sumpfgas.
Leuchtgas.
c. Mit anderen Metalloiden
Schwefelkohlenſtoff.
Cyan.
Cyanwaſſerſtoff.

3. **Kalium.**
   - Sauerſtoffverbindungen:
     - **Kali.**
       - **Kalihydrat.**
     - Kaliumſuperoxyd. [13])
   - Schwefelverbindungen:
     - Einfachſchwefelkalium
       u. ſ. w.
     - Schwefelleber.
   - Haloidſalze:
     - Chlorkalium.
     - Jodkalium u. ſ. w.
   - Amphidſalze:
     - **Kohlenſaures Kali.**
     - **Salpeterſaures Kali.**
       - **Schießpulver.**
     - Chlorſaures Kali.
     - Unterchlorigſaures **Kali**
       u. ſ. w.

7. **Natrium.**
   - Sauerſtoffverbindungen:
     - Natron.
       - Natronhydrat.
   - Schwefelverbindungen
     u. ſ. w.
   - Haloidſalze:
     - **Chlornatrium**
       u. ſ. w.
   - Amphidſalze:
     - Soda.
     - **Schwefelſaures Natron.**
     - **Phosphorſaures Natron.**
     - **Borſaures Natron**
       u. ſ. w.

18. **Lithium.**
    - Verbindungen wie oben.

19. **Ammonium.**
    - Haloidſalze
      - Chlorammonium
        u. ſ. w.
    - Sauerſtoffſalze:
      - **Kohlenſaures Ammon.**
      - Phosphorſaures **Ammon.**
      - Schwefelſaures **Ammon.**
      - Salpeterſaures **Ammon**
        u. ſ. w.
    - Sulfoſalze:
      - **Schwefelwaſſerſtoff-Schwefelammonium.**

20. **Baryum.**
    - Sauerſtoffverbindungen:
      - Baryt.
        - Barythydrat.
      - Baryumhyperoxyd.
    - Schwefelverbindungen:
      - Schwefelbaryum.
    - Haloidſalze
      - Chlorbaryum.
      - Jodbaryum.
    - Sauerſtoffſalze:
      - **Kohlenſaurer Baryt.**
      - **Schwefelſaurer Baryt.**
      - **Salpeterſaurer Baryt.**

21. **Strontium.**
    - Strontian.
    - Chlorſtrontium.
    - Salpeterſaurer Strontian.

22. **Calcium.**
    - Sauerſtoffverbindungen:
      - **Kalk.**
    - Schwefelverbindungen:
      - Schwefelcalcium.
    - Haloidſalze
      - Chlorcalcium.
      - Fluorcalcium.
    - Sauerſtoffſalze:
      - **Kohlenſaurer Kalk.**
        - **Mörtel.**
      - **Schwefelſaurer Kalk.**
      - **Phosphorſaurer Kalk.**
      - **Unterchlorigſaurer Kalk.**
        - **Bleichkalk.**

23. **Magneſium.**
    - Sauerſtoffverbindungen:
      - **Magneſia.**
    - Haloidſalze:
      - Chlormagneſium.
    - Sauerſtoffſalze:
      - **Kohlenſaure Magneſia.**
      - **Schwefelſaure Magneſia.**
      - **Phosphorſaure Magneſia.**
      - **Kieſelſaure Magneſia.** [13])

24. **Aluminium.**
Sauerſtoffverbindungen:
Thonerde.
Haloidſalze:
Chloraluminium.
Chloraluminium-Chlornatrium.
Sauerſtoffſalze:
Schwefelſaure Thonerde.
Doppelſalze: Alaune.
Kieſelſaure Thonerde.
Doppelſalze: Feldſpath u. ſ. w.

25—33. **Beryllium, Zirkonium, Didym, Lanthan** u. ſ. w.

34. **Mangan.**
Sauerſtoffverbindungen:
Manganoxydul.
Manganoxyd.
Manganoxydoxydul.
Manganſuperoxyd.
Manganſäure.
Uebermanganſäure.
Haloidſalze:
Manganchlorür.
Sauerſtoffſalze:
a. Manganoxydulſalze.
Schwefelſaures Manganoxydul.
b. Manganſäureſalze.
Manganſaures Kali.
c. Uebermanganſäureſalze.

35. **Eiſen.**
Sauerſtoffverbindungen:
Eiſenoxydul.
Eiſenoxydulhydrat.
Eiſenoxyd.
Eiſenoxydhydrat.
Eiſenſäure. [14])
Eiſenoxydoxydul.
Schwefelverbindungen:
Einfach-Schwefeleiſen
u. ſ. w.
Haloidſalze:
Eiſenchlorür.
Eiſenchlorid.
Eiſencyanür.
Eiſencyanid.
Doppelcyanüre:
Eiſencyanürcyanid.
Kaliumeiſencyanür.
Kaliumeiſencyanid.
Sauerſtoffſalze:
Eiſenoxydulſalze.
Schwefelſaures Eiſenoxyd
Kohlenſaures Eiſenoxydul
Eiſenoxydſalze.
Schwefelſaures Eiſenoxyd
Verbindungen mit Kohlſtoff:
Stabeiſen.
Stahl.
Gußeiſen.

36. **Chrom.**
Sauerſtoffverbindungen
Chromoxydul. [15])
Chromoxyd.
Chromoxydhydrat.
Chromſäure.
Haloidſalze:
Chromchlorid.
Sauerſtoffſalze:
a. Chromoxydſalze.
Schwefelſaures Chromoxyd
Chromalaun.
b. Chromſäureſalze.
Chromſaures Kali
neutrales.
ſaures.

37. **Kobalt.**
Sauerſtoffverbindungen
u. ſ. w.
Arſenverbindungen:
Arſenkobalt
u. ſ. w.

38. **Nickel,**
wie oben.

39. **Zink.**
Sauerſtoffverbindungen
Zinkoxyd.
Schwefelverbindungen:
Blende.
Sauerſtoffſalze:
Schwefelſaures Zinkoxyd.
Kohlenſaures Zinkoxyd.
Baſiſch-kohlenſaures Zinkoxyd

10. **Kadmium**
u. ſ. w.

11. **Zinn.**
Sauerſtoffverbindungen:
Zinnoxydul.
Zinnoxyd (Zinnſäure).
Schwefelverbindungen:
Zinnſulfür.
Zinnſulfid.
Haloidſalze:
Zinnchlorür.
Zinnchlorid.
Sauerſtofffalze:
Zinnoxydulſalze.
Zinnſäureſalze.
Legirungen.

12—45. **Titan, Tantal** u. ſ. w.

16. **Antimon.**
Sauerſtoffverbindungen:
Antimonoxyd.
Antimonſäure.
Verbindungen von Antimonſäure und Antimonoxyd.
Waſſerſtoffverbindungen:
Antimonwaſſerſtoff.
Schwefelverbindungen:
Antimonſulfür.
Antimonſulfid.
Verbindungen des Schwefelantimons mit Antimonoxyd.
Verhalten zu den Sulfobaſen.
Haloidſalze:
Antimonchlorür.
Antimonchlorid.
Antimonoxychlorid. [16])
Sauerſtofffalze. [17])
Legirungen.

17. **Blei.**
Sauerſtoffverbindungen:
Bleiſuboxyd.
Bleioxyd.
Bleiſuperoxyd.
Mennige.
Schwefelverbindungen.
Haloidſalze:
Chlorblei.
Jodblei. [18])
Sauerſtofffalze:
Kohlenſaures Bleioxyd.
Schwefelſaures Bleioxyd.
Salpeterſaures Bleioxyd.
(Eſſigſaures Bleioxyd.)
Chromſaures Bleioxyd.
Chromgelb.
Chromroth.
Legirungen.

48. **Wismuth.**
Verbindungen mit Sauerſtoff.
Salze u. ſ. w.

49—52. **Uran, Wolfram, Molybdän, Vanad.**

53. **Kupfer.**
Sauerſtoffverbindungen:
Kupferoxydul.
Kupferoxyd.
Kupferſäure. [19])
Schwefelverbindungen:
Halbſchwefelkupfer.
Einfach-Schwefelkupfer.
Schwefelkupfer mit Schwefeleiſen. [20])
Haloidſalze:
Kupferchlorür.
Kupferchlorid.
Eiſencyankupfer.
Sauerſtofffalze:
Kohlenſaures Kupferoxyd.
Schwefelſaures Kupferoxyd.
Salpeterſaures Kupferoxyd.
Arſenigſaures Kupferoxyd
(Eſſigſaures Kupferoxyd).

54. **Queckſilber.**
Sauerſtoffverbindungen:
Queckſilberoxydul.
Queckſilberoxyd.
Schwefelverbindungen:
Queckſilberſulfür.
Queckſilberſulfid.
Haloidſalze:
Queckſilberchlorür.
Queckſilberchlorid.
Queckſilberjodid.
Cyanqueckſilber.

Sauerſtofffalze:
Salpeterſaures Queckſilberoxydul.
Salpeterſaures Queckſilberoxyd.
Chromſaures Queckſilberoxydul.
Knallqueckſilber. [21])
Amalgame.

55. Silber.
Sauerſtoffverbindungen:
Silberoxyd.
Schwefelverbindungen.
Haloidſalze:
Chlorſilber.
Jodſilber
u. ſ. w.

Sauerſtofffalze:
Salpeterſaures Silberoxyd
u. ſ. w.
Knallſilber. [22])
56. Gold.
Sauerſtoffverbindungen
u. ſ. w.
Haloidſalze:
Cyangold [23])
u. ſ. w.
Legirungen.
Vergoldung. [24])
57. Platina
u. ſ. w.
58—62. Platinmetalle: Osmium
u. ſ. w.

---

[1]) Der Chlorſtickſtoff, NCl_3, entſteht als ölartige Flüſſigkeit, wenn Chlor auf ein Ammonſalz der ſtärkeren Säuren einwirkt; z. B.

$$NH_4Cl + 6\ Cl = 4\ HCl + NCl_3.$$

Er zeichnet ſich durch die Leichtigkeit aus, mit welcher er ſich unter furchtbarer Exploſion in ſeine Elemente zerſetzt, ſo daß ſeine Darſtellung zu den gefährlichſten der ganzen Chemie gehört. Nicht ſelten explodirt er ſogar ohne bemerkbare äußere Veranlaſſung.

[2]) Bei der Einwirkung von Chlor auf überſchüſſigen Schwefel entſteht Schwefelchlorür S_2Cl, als rothgelbe ölartige Flüſſigkeit von eigenthümlichem Geruch, die im Waſſer zu Boden ſinkt, bei 139° ſiedet, und ſich durch ihr Auflöſungsvermögen für Schwefel auszeichnet. Das Schwefelchlorür wird im Großen dargeſtellt und zur Vulkaniſirung des Kautſchuks angewendet. Bei längerer Einwirkung von Chlor auf Schwefelchlorür entſteht Schwefelchlorid SCl.

[3]) Die Jodſäure JO_5 ſtellt man u. A. durch Behandeln von Jod mit concentrirter Salpeterſäure dar. Sie kann ſowohl waſſerfrei wie als Hydrat in feſter Form erhalten werden, zerfällt aber beim Erhitzen in ihre Beſtandtheile. Mit den Baſen bildet ſie Salze, welche den Chlorſäureſalzen ſehr ähnlich ſind. Außer der Jodſäure iſt auch noch die Ueberjodſäure JO_4 bekannt.

[4]) Bei Behandlung von fein zertheiltem Jod mit Ammoniak wird ein ſchwarzes Pulver gebildet, welches Jod, Stickſtoff und wahrſcheinlich auch Waſſerſtoff enthält. Es iſt dem Chlorſtickſtoff ähnlich, inſofern es ebenfalls äußerſt leicht, ja ſogar ohne äußeren Anſtoß, bloß beim Trocken-

werden, sehr heftig explodirt; indessen ist diese Explosion weniger gefährlich als beim Chlorstickstoff.

5) Trockenes Jod absorbirt das Chlor sehr begierig: es entsteht zuerst eine rothbraune Flüssigkeit JCl, dann eine gelbe starre Verbindung JCl_3.

6) Das Phosphoroxyd P_2O entsteht als rothgelbes Pulver, wenn man auf Phosphor, welcher unter warmem Wasser geschmolzen ist, Sauerstoff leitet; es bildet sich zugleich Phosphorsäure, welche in Lösung geht. In Wasser ist es unlöslich, bei höherer Temperatur zersetzt es sich in Phosphor und Phosphorsäure; geschieht die Erhitzung an offener Luft, so veranlaßt dieselbe zugleich die Entzündung des frei werdenden Phosphors.

7) Der Phosphor verbindet sich mit dem Schwefel direct in mehreren Verhältnissen; die entstehenden Verbindungen sind den Oxyden des Phosphors analog zusammengesetzt.

8) Mit dem Chlor verbindet sich der Phosphor direct und bildet damit, je nachdem Phosphor oder Chlor im Ueberschusse vorhanden ist, entweder ein der phosphorigen Säure analoges flüssiges Chlorür, oder ein der Phosphorsäure entsprechendes starres Chlorid.

9) Das Arsen verbrennt in Chlorgas zu Arsenchlorid $AsCl_3$, welches eine farblose, ölartige, rauchende und flüchtige Flüssigkeit von höchst giftigen Eigenschaften ist.

10) Das Fluorbor BFl_3 entsteht, wenn man Flußspath mit Borsäure vermischt und der Weißglühhitze aussetzt oder mit Schwefelsäure behandelt. Es bildet ein farbloses Gas, das außerordentlich ätzend und zerfressend wirkt und Holz und andere organische Substanzen — ähnlich wie Schwefelsäure — verkohlt. Glas wird davon nicht angegriffen.

11) Beim Erhitzen eines innigen Gemenges aus Kieselsäure und Kohle in Chlorgas wird der Chlorkiesel $SiCl_3$ als farblose Flüssigkeit erhalten, die bei 59° siedet; mit Wasser zersetzt sich diese Verbindung in Salzsäure und Kieselsäure.

12) Beim Erhitzen von Kalium in Sauerstoff entsteht das Superoxyd KO_3 als gelber krystallinischer Körper, der sich mit Wasser in Kalihydrat und entweichenden Sauerstoff zersetzt.

13) Eine große Anzahl von Mineralien besteht aus Verbindungen von Kieselsäure und Magnesia nach verschiedenen Verhältnissen, und mit einer Beimischung anderer Silicate, z. B.

Speckstein	MgO, SiO_3
Meerschaum	$MgO, SiO_3 + HO$
Olivin	$\left.\begin{matrix}MgO\\FeO\end{matrix}\right\}, SiO_3$

Serpentin $3\,(MgO, 2\,HO) + 2\,(3\,MgO, 2\,SiO_2)$

Augit $3\,\left\{\begin{matrix}MgO\\CaO\end{matrix}\right\},\ 2\,SiO_2$

Hornblende, Asbeſt u. ſ. w. $CaO, SiO_2 + 3\,MgO, 2\,SiO_2$.

[14]) Die Eiſenſäure (S. 228) iſt im iſolirten Zuſtand noch nicht dargeſtellt worden. Das eiſenſaure Kali entſteht bei gelindem Glühen von Salpeter mit Eiſen, oder wenn man Chlor durch in Kalilauge ſuſpendirtes Eiſenoxydhydrat leitet. Die rothe Löſung des Salzes zeigt eine ſehr geringe Beſtändigkeit.

[15]) Das Chrom bildet mit Sauerſtoff außer dem Oxyd und der Säure noch das Oxydul CrO, und einige andere noch nicht ſicher feſtgeſtellte Verbindungen.

[16]) Antimonoxychlorid = Algarothpulver (S. 451).

[17]) Die Antimonoxydſalze ſind im Allgemeinen ſehr wenig gekannt; die Baſis wird zum Theil ſchon durch Waſſer ausgeſchieden; die Verbindungen mit einigen organiſchen Säuren, z. B. mit Weinſteinſäure (Brechweinſtein), ſind beſſer charakteriſirt. Die Antimonſäureſalze ſind mit Ausnahme des Kali- und des Ammonſalzes ſämmtlich unlöslich; man erhält ſie entweder durch Erhitzen von Antimon mit Salpeterſäureſalzen, oder durch gegenſeitige Zerſetzung von löslichen Antimonſäureſalzen mit löslichen Salzen anderer Baſen.

[18]) Das Jodblei PbJ ſcheidet ſich als citrongelbes Pulver aus, wenn man die Auflöſung von Jodkalium mit der eines Bleiſalzes vermiſcht; der entſtehende Niederſchlag iſt im Ueberſchuß von Jodkalium löslich. Erhitzt man den Niederſchlag in der Flüſſigkeit zum Sieden und filtrirt, ſo ſchießt das Salz beim Erkalten in prächtig goldglänzenden ſechsſeitigen Blättchen an.

[19]) Die Kupferſäure, deren Zuſammenſetzung noch nicht genau ermittelt iſt, kann in ähnlicher Weiſe, wie die Eiſenſäure erhalten werden.

[20]) Die Formeln ſolcher Verbindungen wirſt du noch ſpäter kennen zu lernen Gelegenheit haben.

[21]) Wenn man Queckſilber in der Wärme mit Salpeterſäure behandelt und zur erhaltenen Löſung Weingeiſt hinzufügt, ſo ſcheidet ſich ein Kryſtallmehl aus, welches unter dem Namen Knallqueckſilber bekannt iſt. Es beſteht aus einer Verbindung von Queckſilberoxyd mit einem Oxyde des Cyans, der Knallſäure, und entſpricht der Formel

$$HgO,\ (C_2N)O.$$

Das knallſaure Queckſilberoxyd zeichnet ſich, wie alle Verbindungen der Knallſäure, durch die Leichtigkeit aus, mit welcher es beim Berühren mit einem harten Körper mit furchtbarer Heftigkeit explodirt. Seine Reindarſtellung gehört daher zu den gefährlichſten Operationen der Chemie. Das Studiren dieſer und ähnlicher Verbin-

dungen gehört ins Bereich der organiſchen Chemie. Das Knallqueckſilber wird zum Füllen der Zündhütchen angewendet.

[22]) Das Knallſilber oder knallſaure Silberoxyd AgO, C_2NO wird in ähnlicher Weiſe wie das Knallqueckſilber erhalten; es explodirt noch weit heftiger als dieſes.

Von dieſer Verbindung iſt gänzlich verſchieden das Berthollet'ſche Knallſilber, welches beim Behandeln von friſch gefälltem Silberoxyd mit concentrirter Ammoniaklöſung gebildet wird. Es explodirt ſelbſt in feuchtem Zuſtand mit der furchtbarſten Heftigkeit; ſeine Zuſammenſetzung iſt noch nicht genau ermittelt.

[23]) Beim Vermiſchen von Cyankalium mit einer Goldlöſung erhält man eine Löſung eines Doppelſalzes von Cyangold und Cyankalium, welches durch Abdampfen u. ſ. w. kryſtalliſirt. Seine Löſung wird bei der galvaniſchen Vergoldung angewandt; doch kann man die Vergoldungsflüſſigkeit auch auf anderem Wege erhalten; ſo z. B. durch Behandlung des Knallgoldes (ähnlich wie das Berthollet'ſche Knallſilber darzuſtellen) mit Cyankalium, durch Behandlung des Goldcyanürs mit Cyankalium u. ſ. w.

[24]) Zu der im II. Th. angegebenen Vergoldung auf naſſem Wege eignet ſich beſonders die Löſung des Kaliumgoldcyanürs, wobei ſilberne Gegenſtände mit einem Kupfer- oder Zinkdraht zu umwickeln ſind. Auch durch Vermiſchen einer Goldchloridlöſung mit doppelt kohlenſaurem Kali erhält man eine zur Vergoldung durch Eintauchen geeignete Flüſſigkeit.

77. Brief.

Metallurgie. — Natrium. — Aluminium. — Allgemeine Bemerkungen über Erze und ihre Benutzung. — Gold. Darstellung von reinem Gold. — Wismuth. Prüfung des käuflichen Metalls. Reaction des Wismuths vor dem Löthrohr. — Schwefelantimon. Reaction desselben. — Aufgaben.

Die

Metallurgie,

oder die Lehre von der Gewinnung der Metalle aus deren in der Natur vorkommenden Verbindungen, begreift zwar in der Regel nur die eigentlichen oder schweren Metalle, welche im gewöhnlichen Leben in den verschiedenen Industriezweigen die mannichfaltigsten Anwendungen finden: allein es hat in neuester Zeit auch die Gewinnung einiger der leichten Metalle eine größere Ausbildung zu nehmen begonnen, so daß die Metallurgie in der That sich auch auf diese ausgedehnt hat. Ich will daher zunächst von diesen Metallen reden, und wende mich zur Gewinnung des Aluminiums. Da dieselbe die Darstellung einer entsprechenden Menge Natrium voraussetzt, so habe ich zuerst hiervon einige Worte zu sagen.

Das Material für die Gewinnung des

Natriums

bildet das kohlensaure Natron, welches, wie du weißt, aus dem Kochsalze stammt, indem die Menge, welche durch Einäschern natronhaltiger Pflanzen erhalten wird, unbedeutend ist. Aus dem kohlensauren Natron wird das Metall in ähnlicher Weise abgeschieden, wie das Kalium aus dessen Kohlensäuresalz (S. 264), indem man es in äußerst fein vertheiltem Zustande mit Kohle mischt und einer solchen Temperatur aussetzt, daß das reducirte Metall verflüchtigt wird. Eine nähere Beschreibung des Verfahrens für die Darstellung eines dieser Metalle liegt nicht im Plan dieser Mittheilungen; für den Fall, daß du dich über diesen und andere Punkte specieller interessiren solltest, muß ich dich auf ausführlichere

Lehrbücher verweisen. In denselben findest du auch die Zeichnung der gebräuchlichen Apparate. Ein Uebelstand bei dieser Methode war immer die dabei nothwendige sehr bedeutende Hitze, unterhalb welcher die Reduction nicht stattfand, und welche einerseits die Anwendung schmiedeeiserner Retorten nothwendig machte, andererseits das Auftreten zahlreicher Nebenprodukte, mithin nicht unbedeutenden Verlust bedingte. Für das Natrium ist es in neuester Zeit gelungen, diese Hindernisse zu überwinden, indem man dem Gemische von kohlensaurem Natron und Kohle nach folgendem Verhältniß noch Kreide zusetzt:

1000 Th. wasserfreies kohlensaures Natron, 150 Th. Kreide, 450 Th. trockene Steinkohlen.

Die Zersetzung des Gemisches ist so vollständig und geht so leicht von statten, daß man nunmehr mit Thon beschlagene gußeiserne Röhren anzuwenden und die Gewinnung fabrikmäßig zu betreiben im Stande ist. Die Quantität des so erhaltenen Natriums stimmt mit derjenigen fast genau überein, welche die Rechnung ergiebt, auch ist nach diesen Verbesserungen der Preis dieses Metalls wenigstens in Frankreich, wo allein größere Mengen davon dargestellt werden, ganz außerordentlich gefallen.

Die Condensation der Natrium- oder Kaliumdämpfe erfordert bei der Leichtigkeit, mit welcher sie sich oxydiren, natürlich einige Vorsichtsmaßregeln. Sie wird in besonderen Apparaten vorgenommen, in denen man die Dämpfe durch Steinöl leitet, welches den ganzen Apparat absperrt und das Zutreten der Luft zu den Metallen verhütet.

Ueber die Darstellung der andern leichten Metalle bemerke ich nur, daß sie entweder mit Hülfe eines starken galvanischen Stroms, oder durch Reduction ihrer Verbindungen vermittelst Kalium oder Natrium geschehen kann. In jüngster Zeit, wo man sich mit diesem Gegenstand ziemlich häufig beschäftigt hat, ist der letztere dieser Wege fast gänzlich verlassen worden, indem er die Metalle meist in unzusammenhängenden Stücken liefert, während es bei zweckmäßiger Wahl der Apparate und der zu zersetzenden Verbindungen ohne besondere Mühe gelingt, durch galvanische Zersetzung größere Mengen und compactere Stücke der verschiedenen Metalle darzustellen.

Mittelst Natriummetall wird das

Aluminium

in folgender Weise erhalten: Man stellt zunächst Thonerde dar, und zwar entweder durch Glühen des Ammoniakalauns, oder durch Glühen des entwässerten Kalialauns und mehrmaliges Auswaschen der geglühten Masse mit Wasser.

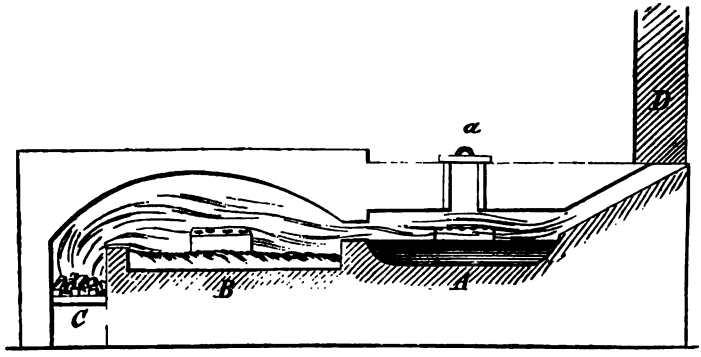
Hierauf miſcht man Thonerde, Kochſalz und Kohlenpulver und leitet über das Gemiſch einen Strom von getrocknetem Chlorgas. Dadurch bildet ſich in Folge der gleichzeitigen Einwirkung aller dieſer Subſtanzen und unter Freiwerden von Kohlenoxyd ein flüchtiges Doppelſalz von Chlornatrium und Chloraluminium, welches in Condenſationsapparaten erſt zu einer Flüſſigkeit und dann zu einer feſten Maſſe verdichtet werden kann. Der Apparat läßt ſich ſo herſtellen, daß man einen continuirlichen Flüſſigkeitsſtrom erhält und ohne große Mühe die feſte Verbindung in beliebiger Menge fabriciren kann. Das Chlornatrium-Chloraluminium wird dann durch Natrium zerſetzt, welches die Stelle des Aluminiums einnimmt und dieſes Metall unter Bildung von Kochſalz abſcheidet. Die Zerſetzung nimmt man in einem Flammofen (ſ. unten!) vor, welchen man mittelſt einer Schaufel mit dem Gemenge aus dem Doppelſalze und Natriumſtücken beſchickt. Nach Beendigung der Reaction und dem Erkalten des entſtandenen Gemiſches wird das Metall von dem Kochſalz auf mechaniſche Weiſe oder mittelſt Waſſer getrennt. Das Aluminium wird ſo in Platten, Kügelchen und in Pulvergeſtalt erhalten.

Ich habe dich ſchon früher darauf aufmerkſam gemacht, welche chemiſchen Eigenſchaften des Aluminiums es ſind, die deſſen Anwendung zu mancherlei Zwecken hervorgerufen haben; ich habe noch außerdem zu erwähnen, daß hierzu ſeine Leichtigkeit ebenfalls nicht wenig beiträgt. Da ſein ſpec. Gewicht nur gering iſt, ſo wiegt ein Stück Aluminium weit weniger, als ein gleich großes jedes andern Metalls, wodurch unter Umſtänden die Reibung daraus conſtruirter Maſchinentheile und die Kraft, welche zur Bewegung von daraus geformten Stücken, Rädern u. ſ. w. erfordert wird, weit geringer iſt, als bei jedem andern (ſchweren) Metalle.

Da die Flammöfen bei Ausführung chemiſcher Operationen im Großen eine wichtige Rolle ſpielen und daher vielfach davon die Rede ſein wird, ſo will ich bei dieſer Gelegenheit das Weſentlichſte anführen, was darauf Bezug hat. Bei einem Flammofen erfolgt die Erhitzung der Subſtanzen ſtets durch eine über dieſelben hinſtreichende Flamme, welche aus dem Brennmaterial auf einem getrennten Roſte erzeugt wird. Dieſe Trennung geſchieht durch eine niedrige Wand, welche Feuerbrücke heißt, über welche hinweg die Flamme geht, um dann über die zu erhitzenden Stoffe zu ziehen. Hierzu wird ſie durch das flache Gewölbe des Ofens und den am Ende deſſelben befindlichen Kamin, die Eſſe, gezwungen. Natürlich kann man auf dem Weg der Flamme zu vollſtändiger Benutzung von deren Hitze mehrere Räume anbringen (die

ſtets die Form von flachen Schalen haben), worin verſchiedene Theile des ganzen Erhitzungsproceſſes vorgehen können. Ein Beiſpiel hiervon bieten die Sodaöfen; dieſelben enthalten mehrere Abtheilungen zur Zerſetzung des Kochſalzes und des Glauberſalzes, und häufig Abdampfräume für die Laugen. In letzterem Falle werden auch die Flüſſigkeiten von oben erhitzt, was eine ſehr bedeutende Erleichterung beim Abdampfproceß iſt, indem der Waſſerdampf mit den Feuergaſen entweicht und die Kruſten feſter Subſtanz, welche ſich an den Wänden der Schale bilden, die Erhitzung nicht ſtören. Zum leichteren Verſtändniß des Geſagten zeichne ich hier eine von den verſchiedenen Einrichtungen, wie ſie z. B. für die Sodafabrikation gebraucht werden, und die als ein allgemeines Muſter für ähnliche Flammöfen, auch für die bei der Aluminiumfabrikation benutzten, dienen mag : .

Fig. 148.



Du ſiehſt bei C die Feuerung, bei B und A zwei flache Schalen, über welche die Flamme nach der Eſſe D hinzieht; die vordere B, welche die größte Hitze empfängt, dient zur hauptſächlichſten Zerſetzung, die Abtheilung A entweder zum erſten Stadium derſelben oder zum Eindampfen von Flüſſigkeiten; beide haben eine Seitenöffnung nach Außen, welche in der Zeichnung ſichtbar iſt und der Theil A auch Oben eine Beſchickungsöffnung a; wenn die Subſtanzen von A nach B geſchafft werden müſſen, ſo geſchieht dies durch den Verbindungskanal mittelſt Schaufeln und Krücken.

Manche Flammöfen enthalten noch einen dritten Raum, auch wohl noch eine Abdampfſchale über der Flamme; andere dagegen beſtehen nur aus dem Feuerraum und dem einfachen Arbeitsraum. Oefen dieſer Art werden beſonders bei der Bearbeitung der Metalle angewandt; die wichtigſten werden wir in der Folge noch kennen lernen.

Die Darſtellung irgend eines Metalles aus denjenigen Verbindungen, in welchen daſſelbe in der Natur vorkommt, iſt natürlich außer verſchiedenen anderen Umſtänden, wie Schmelzbarkeit u. ſ. f., vorzüglich abhängig von der Art derſelben und von dem Grade der Affinität, durch welche dieſe Verbindungen, wenn ſie chemiſcher Natur ſind, zuſammengehalten werden, oder von der Art der Vermengung, wenn ſie nur mechaniſch ſind. Die durch letztere Art von Beimengungen nothwendig werdenden Manipulationen ſind nur ſelten chemiſcher Art und meiſt außerordentlich einfach, die auf chemiſchen Proceſſen beruhenden Veränderungen dagegen, welchen die betreffenden Körper unterworfen werden müſſen, ſind in der Regel um ſo ſchwieriger zu bewirken, mit je ſtärkerer Affinität das Metall an ſeine Begleiter gefeſſelt iſt. Die Mineralien, in welchen die Metalle als weſentliche Gemengtheile enthalten ſind, nennt man Erze; je geringer die Affinität eines Metalles zu anderen Elementen iſt, deſto leichter werden alſo — unter ſonſt gleichen Umſtänden — deſſen Erze „zu Gute zu machen“ ſein.

Die erſte Stelle in dieſer Beziehung nehmen ohne Zweifel die edlen Metalle ein, und wenn nicht die Seltenheit ihres Vorkommens und einige andere Umſtände ihre Gewinnung in anderer Weiſe ſchwierig machten, ſo würde dieſelbe eine höchſt einfache ſein. Denn die edlen Metalle haben nicht allein eine ſehr geringe Verwandtſchaft zum Sauerſtoff, ſondern auch zu allen anderen Stoffen, namentlich dem Schwefel, mit dem die Metalle in den Erzen verbunden vorzukommen pflegen.

In Folge hiervon finden ſich die edlen Metalle entweder gediegen, d. h. im metalliſchen unverbundenen Zuſtande, oder in ſolchen Verbindungen, die leicht in Metall umzuändern ſind. Wegen dieſes Verhaltens, welches auch einige unedle Metalle mit den edlen gemein haben, wende ich mich zuerſt zu dieſen, abweichend von dem Gange der meiſten andern Lehrbücher, die der gewöhnlichen Reihenfolge gemäß mit dem Eiſen beginnen; mir aber ſcheint es eine Erleichterung für den Lernenden, mit den einfachſten und am leichteſten zu verſtehenden Proceſſen zu beginnen.

Das

Gold

kommt, wie ſchon früher geſagt, im gediegenen Zuſtande und zwar am häufigſten in kleineren und größeren Bruchſtücken im Schuttlande vor; es ſtammt alsdann von der Zertrümmerung der Geſteine her, worin es urſprünglich befindlich war und woraus daſſelbe durch Einwirkung von Luft und Waſſer losgelöſt und durch Bäche und Flüſſe fortgeführt worden, um in den Niederungen Goldlager von zum Theil großem Reichthum zu bilden.

Auch die Grundzüge der Gewinnung des Goldes aus diesen Erzen habe ich schon im 65. Briefe angedeutet. Man rührt die Masse nämlich wiederholt mit Wasser an und läßt dieses nach kurzer Ruhe mit den aufgeschlemmten Stoffen abfließen, wobei das Gold mit nur wenig Sand gemischt zurückbleibt und endlich ausgelesen werden kann. Soll das völlige Ausziehen des Metalls durch Queckſilber geschehen, so rührt man den goldhaltigen Sand (oder die zerkleinerten und gerösteten goldführenden Erze) in den sogenannten Amalgamirmühlen mit diesem Metall durcheinander und unterwirft dann das erhaltene Goldamalgam in eisernen Röhren der Destillation, um beide Metalle getrennt zu erhalten.

Manches Gold findet sich auch als Beimengung der Silbererze oder silberhaltigen Bleierze, es kommt dann bei der Verarbeitung dieser Erze auf Silber zu diesem Metall und kann aus der Legirung auf verschiedene Weise getrennt werden. Ueber dieses Verfahren, die Affinage, s. Br. 65.

Ebendaselbst habe ich auch schon die Methode angegeben, völlig reines Gold darzustellen.

Ein anderes Metall, welches ebenfalls nur aus denjenigen Gesteinen gewonnen wird, welche es in gediegenem Zustande führen, ist das

Wismuth.

Das einzige Wismutherz, welches zur Gewinnung des Metalls benutzt wird, ist das gediegene Wismuth; es wird einfach durch Ausschmelzen oder Ausſaigern des Metalls zu Gute gemacht. Man bringt nämlich das zerkleinerte Erz in thönerne oder eiserne Röhren, welche zu 4—6 schräg in einen Ofen eingemauert sind. An dem oberen Ende befindet sich eine Platte zum Oeffnen der Röhren behufs deren Beschickung und Entleerung; an dem unteren sind kleine Oeffnungen angebracht, welche das geschmolzene Metall in darunter gestellte Schalen abfließen lassen, die durch eine eigene Feuerung erhitzt und von Zeit zu Zeit ausgeleert werden.

Das käufliche Wismuth enthält in der Regel fremde Metalle beigemischt, namentlich Eisen, Blei, Kupfer und Arsen. Die Prüfung desselben geschieht in der gleich zu bezeichnenden Weise; du thust wohl, diese, so wie die aller anderen Metalle, welche ich später angeben werde, vorzunehmen. Diese Versuche bieten eine sehr vortreffliche Uebung in analytischen Arbeiten und eine gute Gelegenheit zum wieder-

holten Einprägen des Verhaltens der Metalle gegen Löſungsmittel und Reagentien.

Für das Wismuth verfährt man folgendermaßen:

Nachdem das Metall in Salpeterſäure aufgelöſt worden, fällt man es mit Waſſer aus dieſer Löſung möglichſt vollſtändig; in einem Theile der abfiltrirten Flüſſigkeit zeigt dann eine blaue Fällung durch Blutlaugenſalz Eiſen, eine weiße Fällung durch Schwefelſäure Blei an. In einem anderen Theile der Löſung wird durch Ammoniak Kupfer nachgewieſen, wenn die von dem entſtehenden Niederſchlag abfiltrirte Flüſſigkeit blau erſcheint.

Wenn man einen Theil der Löſung unter Zuſatz von Schwefelſäure (zur Entfernung der Salpeterſäure) eingedampft hat, ſo iſt der Rückſtand im Apparate von Marſch auf Arſen zu prüfen.

Eine Reinigung des käuflichen Metalls wird am beſten durch Zuſammenſchmelzen deſſelben mit etwas Salpeter oder mit Schwefelleber unter fleißigem Umrühren bewerkſtelligt.

Das Mineral gediegen Wismuth giebt ſich leicht vor dem Löthrohr zu erkennen: ich erinnere dich an die Reaction des reinen Metalls vor dem Löthrohre, welche ſich ſchon an einem kleinen Splitter des Minerals nachweiſen läßt. In einer offenen Glasröhre, welche an der das Mineral enthaltenden Stelle in ſchräger Richtung mittelſt der Lampe erhitzt wird, ſchmilzt das Metall und verwandelt ſich in gelbes Oxyd.

Dieſe Proben, ſowie alle ähnliche, welche ich für die wichtigſten Erze in der Folge geben werde, rathe ich dir ebenfalls auszuführen, um dir das Verhalten derſelben auf trockenem und naſſem Wege einzuprägen und dich in feinen Verſuchen, namentlich in Löthrohrproben aller Art, einzuüben. Ohne Zweifel kannſt du dir leicht die erforderlichen Mineralien verſchaffen, namentlich da jedesmal ein kleiner Splitter zu allen Proben hinreicht. Uebrigens liefern auch die betreffenden Handlungen die Mineralien „zu Löthrohrproben“ zu ſehr billigen Preiſen.

In ganz ähnlicher Weiſe wie das Wismuth wird das **Schwefelantimon**, welches in großen Maſſen zu mancherlei Zwecken angewendet wird, aus den Geſteinen ausgeſaigert, in welchen es eingeſprengt vorkommt. Die Röhren ſtehen jedoch hierbei nicht ſchräg, ſondern ſenkrecht. Das Schwefelantimon erſtarrt in den untergeſetzten Tiegeln zu ſtrahlig-kryſtalliniſchen Maſſen. Die Art und Weiſe, wie hieraus

das Antimonmetall erhalten wird, bespreche ich in einem meiner nächsten Briefe.

Vor dem Löthrohr entwickeln alle antimonhaltenden Mineralien, also auch Schwefelantimon — einen dicken weißen Rauch, der in der Nähe der Probe die Kohle beschlägt. Er zeigt bei Gegenwart von Arsen den bekannten Geruch desselben. Mit Soda läßt sich das Schwefelantimon zu Metallen reduciren, dessen Verhalten dir von früherher erinnerlich sein wird. Die anhängende alkalische Masse zeigt die Schwefelreaction, d. h. sie färbt ein blankes Silberstück, auf welches man sie unter Befeuchtung mit Wasser andrückt, braun in Folge des durch das Schwefelnatrium entstehenden Schwefelsilbers.

Im Glaskölbchen (1) schmilzt es leicht, bisweilen unter Sublimation von Schwefel. In starker Hitze zeigt sich ein Sublimat von SbS_3 und SbO_3.

In der offenen, schrägen Glasröhre erhitzt, entwickelt es schweflige Säure und weißen Antimonrauch.

Die Reaction des auf der Kohle entstandenen Oxydes gegen Borax ist dir bereits bekannt. Kobaltsolution färbt den Beschlag in der Flamme schwärzlichgrün.

Ich schließe mit folgenden Aufgaben:

1) Wie groß sind die Kosten oder Vortheile bei der Affinage von 1000 Mark 14löthigen Silbers, das $\frac{1}{1000}$ vom Gewicht der kupferfreien Substanz Gold enthält, wenn man annimmt, daß die Mark Feinsilber 14 Thlr., das Gold das 14fache vom Silber, das Kupfer 16 Sgr. das Pfd. kostet und der Kupfervitriol um 16 Thlr. die 1000 Pfd. verkauft werden kann. Die Schwefelsäure koste 3 Thlr. pro 100 Pfd. und Nebenkosten werden nicht berechnet.

2) Welches ist das annähernde Verhältniß der zur Darstellung von kohlensaurem Baryt durch Glühen des Schwerspaths mit Potasche erforderlichen Stoffe?

(1) Die zu diesen Versuchen erforderlichen Glaskölbchen erhält man zwar leicht in den betreffenden Handlungen als Glaskölbchen zur Löthrohrprobe, doch kannst du sie durch rasches Ausziehen und Zuschmelzen von etwas dickwandigen und ziemlich engen Glasröhren selbst sehr bequem und in verschiedenen Größen anfertigen.

78. Brief.

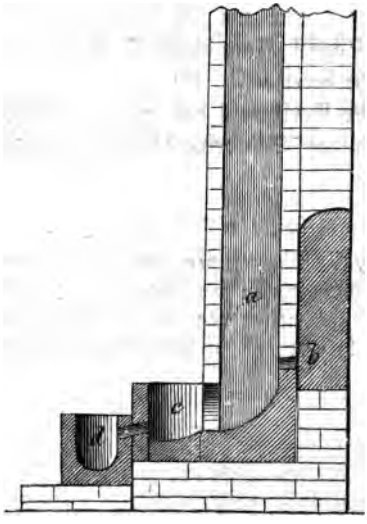
Zinn. Unterſuchung auf fremde Metalle. Reduction und charakteriſtiſche Merkmale des Zinnſteins. — Queckſilber; Prüfung; Reinigung; Reaction des Zinnobers. — Arſen. — Reactionen der Arſenerze. — Auflöſungen.

Das

Zinn

findet ſich in der Natur nur in einem einzigen, zur Verarbeitung auf Zinn dienenden Erze, dem Zinnſtein, welcher aus Zinnoxyd beſteht. Es läßt ſich daſſelbe, wie leicht zu erſehen, durch einen einfachen Reductionsproceß mittelſt Kohle verarbeiten. Vorher wird das Erz durch Pochen, Hämmern und Schlämmen möglichſt von allen fremden Beimengungen befreit, welche namentlich aus den Erzen anderer Metalle beſtehen, die das Zinn, deſſen Güte von ſeiner Reinheit bedingt iſt, verunreinigen würden. Das geſchlemmte Erz (der Schlich) wird erſt einer Oxydation in einem Flammofen unterworfen, wodurch ein Theil der fremden Beimengungen — wie Schwefel, Arſen u. ſ. w. — oxydirt und verflüchtigt und das zweite Schlemmen erleichtert wird. Hierauf wird das Erz, mit Kohle gemengt, in einen Schachtofen, wie ihn beiſtehende Zeichnung, Fig. 149, zeigt, niedergeſchmolzen. In dem Schachte a befindet ſich das Gemenge von Kohle und Erz, die Beſchickung, durch die kleine Oeffnung b wird mittelſt einer Form die Luft zur Unterhaltung der Verbrennung zugeführt; ſie wird durch ein Gebläſe geliefert.

Fig. 149.



Das reducirte und geſchmolzene Metall, ſo wie die geſchmolzenen Silicate, welche das Erz begleiteten, fließen über die geneigte Sohle des

Ofens durch den darüber befindlichen Canal in den Vortiegel c, wo sich die letzteren als Schlacke, vermöge ihres geringeren spec. Gew., vom Metalle trennen. Man hebt sie von Zeit zu Zeit ab, um sie später nochmals auf Zinn zu verarbeiten, welches sie häufig in Körnern eingeschlossen enthalten, und sticht das Zinn, wenn der Tiegel damit gefüllt ist, in den Vorstichtiegel d ab, von wo es in Formen gegossen wird. Dabei befolgt man ein Verfahren, welches die Trennung des leichtflüssigen Zinns von den schwerer schmelzbaren Metallegirungen zu bewirken oder es abzusaigern zum Zweck hat. Indessen gelingt es nie, das Zinn völlig rein zu erhalten, es enthält fast immer Eisen, Kupfer, Blei und Antimon beigemischt. Nur aus völlig reinen Erzen oder aus sorgfältig dargestelltem reinem Zinnoxyd läßt sich reines Zinn darstellen. Die Beimengungen des Zinns lassen sich durch folgende Proben erkennen, welche du mit einem Stückchen käuflichen Metalls vorzunehmen hast. Wenn man das Zinn mit Salpetersäure oxydirt, so finden sich die meisten fremden Metalle in der von der Zinnsäure abfiltrirten Flüssigkeit. Es wird darin Eisen durch Blutlaugensalz, Kupfer durch Ammoniak, Blei durch Schwefelsäure eben so wie bei Wismuth, angezeigt. Behandelt man das Zinn mit Salzsäure, so entweicht das Arsen als Arsenwasserstoff mit dem frei werdenden Wasserstoff, in welchem er in bekannter Weise erkannt werden kann. Beim Kochen des durch Salpetersäure erhaltenen Pulvers mit Weinsäure wird Antimon gelöst. Erfolgt in der abfiltrirten Lösung also auf Zusatz von Salzsäure durch Schwefelwasserstoff ein Niederschlag, so war Antimon vorhanden.

Durch Reduction aus dem Zinnstein mittelst Soda und einer guten Löthrohrflamme wirst du, obwohl nicht ganz ohne Mühe, Zinnkörner erhalten, die sich als sehr dehnbar erweisen und auf Kohle einen weißen Beschlag geben, welcher, mit Kobaltlösung befeuchtet, eine blaugrüne Farbe (1) zeigt.

(1) Diese, wie überhaupt jede Reduction geschieht viel leichter, wenn man der Soda etwas Cyankalium zusetzt. Dasselbe hat nämlich, wie schon S. 478 bemerkt, die Eigenschaft, den Sauerstoffverbindungen in der Glühhitze den Sauerstoff zu entziehen; es wirkt daher als energisches Reductionsmittel, und reducirt selbst manche Schwefelverbindungen, wie z. B. die des Arsens, welche durch Soda und Kohle allein nicht angegriffen werden. Man pflegt daher ein Gemenge von 3 Th. Soda mit 1 Th. Cyankalium unter den Löthrohrreagentien vorräthig zu haben. Da die geringe Menge davon, welcher du bedarfst, die Mühe der Darstellung nicht lohnen würde, so thust du am besten, dir etwas davon anderweitig zu verschaffen. Ich wiederhole, daß das Salz sehr giftig ist und daher Vorsicht bei seinem Gebrauche angewandt werden muß.

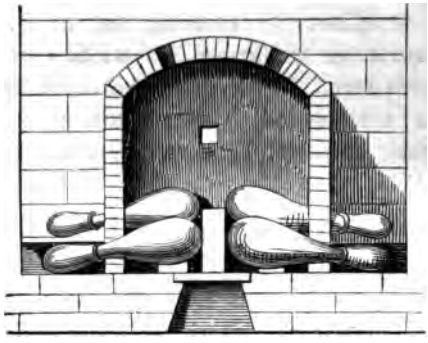
Der Zinnſtein erweiſt ſich in Kölbchen als waſſerfrei und als unſchmelzbar; mit Borax oder Phosphorſalz zeigt er meiſt die Eiſenreaction und mit Soda und Salpeter läßt ſich gewöhnlich Mangan darin nachweiſen (ſ. S. 389 und S. 415)

Ich wende mich zum

Queckſilber.

Daſſelbe findet ſich in einigen wenigen Gegenden als Zinnober. Du wirſt dich erinnern, daß aus demſelben, wie aus allen Queckſilberverbindungen, das Metall durch Erhitzen mit Kalk ausgeſchieden und vermöge ſeiner Flüchtigkeit abdeſtillirt werden kann. Man benutzt dieſes Verhalten häufig zu ſeiner Gewinnung im Großen und wendet z. B. in Rheinbaiern den hier im Durchſchnitt gezeichneten Ofen an.

Fig. 150.



In den Retorten, deren in dem langen Ofen eine große Anzahl durch ein gemeinſchaftliches Feuer erhitzt werden, wird das Gemenge aus Erz und Kalk geglüht und in den Vorlagen, die außerhalb des Ofens befindlich ſind und die entweder durch einen ſtarken Luftzug, oder durch fließendes Waſſer kühl gehalten werden, condenſirt man das flüſſige Metall.

Auch durch einen Oxydationsproceß gewinnt man zu Idria nicht unbedeutende Mengen Queckſilber aus dem Zinnober. Man erhitzt dieſen nämlich in einem Ofen, deſſen Feuerungsgaſe einen Ueberſchuß von Sauerſtoff enthalten, und leitet die Produkte durch ein Syſtem von Kammern, welche als Condenſationsvorrichtungen wirken. Der Zinnober wird durch die Oxydation in ſchweflige Säure und metalliſches Queckſilber umgewandelt; erſtere entweicht mit den Feuerungsgaſen, letzteres ſetzt ſich mit Ruß gemiſcht in den Condenſationsräumen ab. Es wird durch Abpreſſen mit Leder von den begleitenden Subſtanzen getrennt.

Gewöhnlich iſt das Queckſilber mit fremden Metallen verunreinigt, von denen ſich Blei, Zinn, Wismuth und Kupfer auf folgende Weiſe erkennen laſſen, wie du dich durch eine Probe überzeugen kannſt. Das

Queckſilber muß, wenn es rein ſein ſoll, eine glänzende Oberfläche haben und die Kügelchen müſſen über eine nicht metalliſche Unterlage leicht hinrollen. Kalte Schwefel- und Salzſäuren dürfen auch nach anhaltendem Schütteln nichts aus dem Queckſilber auflöſen. Wird etwas aufgelöſt, ſo laſſen ſich in dieſer Löſung Queckſilberoxyd oder Zinn nachweiſen. Salzſäure, welche mit ſchwefliger Säure gemiſcht iſt, entwickelt beim Stehen über Zinn enthaltendem Queckſilber Schwefelwaſſerſtoff. In der Salpeterſäurelöſung wird Blei durch Schwefelſäure, Eiſen durch Blutlaugenſalz, Kupfer durch Ammoniak im Ueberſchuß (nach dem Abfiltriren des Niederſchlags) erkannt. Der Schwefelwaſſerſtoffniederſchlag darf nach dem Behandeln mit Schwefelammonium (zur Entfernung des Schwefelzinns) an Salpeterſäure ſelbſt in der Siedehitze nichts abgeben. (Wismuth und die übrigen Metalle, mit Ausnahme des Bleis, welches als ſchwefelſaures Bleioxyd zurückbleibt.) In der Löſung bleibt nach dem Uebersättigen mit Ammoniak das Wismuthoxyd ungelöſt, während ſie ſich bei Anweſenheit von Kupfer blau färbt.

Man ſollte glauben, daß, um das Queckſilber völlig rein zu erhalten, eine Deſtillation genügen müſſe, allein die Dämpfe führen die übrigen Metalle zum Theil mit in die Vorlage über; man ſetzt daher etwas (etwa $\frac{1}{10}$ des Gewichts) Zinnober dem zu deſtillirenden Queckſilber zu und verwandelt dadurch die fremden Metalle in Schwefelverbindungen, welche nicht mit hinübergeriſſen werden. Eine andere Methode, das Queckſilber, wenn auch nicht vollkommen, zu reinigen, habe ich dir früher (S. 375) angegeben.

Die allgemeinen Kennzeichen der Queckſilberverbindungen ſind dir von früherher (S. 376) noch erinnerlich; außerdem zeigt der Zinnober noch folgende charakteriſtiſche Eigenſchaften: Im Kölbchen verflüchtigt er ſich ganz oder größtentheils, um ſich an einem kälteren Theile als ſchwarzes Schwefelqueckſilber zu verdichten, in der offenen Glasröhre gibt er ſchweflige Säure und Queckſilber; mit Soda auf Kohle behandelt zeigt der Rückſtand die Schwefelreaction. Salzſäure und Salpeterſäure ſind ohne Wirkung auf den Zinnober, Königswaſſer löſt ihn unter Bildung von Queckſilberchlorid.

Von den zahlreichen Mineralien, welche

Arſen

enthalten, wird *namentlich* der Arſenikkies und der Arſenikkobaltkies zur *Gewinnung der arſenigen Säure* angewendet. Zu dieſem Zwecke

röſtet man die Erze, d. h. man erhitzt ſie unter Zutritt von Luft und unter Verhinderung des Schmelzens. Hierbei entwickeln die eben genannten Erze ſchweflige und arſenige Säure, welche gasförmig entweichen, während Eiſenoxyd, gemengt mit baſiſch arſenikſaurem und ſchwefelſaurem Eiſenoxyd, zurückbleibt.

Dieſe Röſtung wird in einer Muffel, einem aus Thonplatten conſtruirten, rings geſchloſſenen Raume vorgenommen, welcher an der unteren Fläche und an den Seitenwänden von der Flamme der Feuerung getroffen wird, vorne offen iſt, um der Luft Zutritt zu verſtatten und am hinteren Ende durch einen Kanal mit einem Syſtem von Kammern — Giftkammern — in Verbindung ſteht, worin ſich die arſenige Säure als „Giftmehl" condenſirt. Von Zeit zu Zeit ſammelt man dasſelbe, um es in eiſernen Apparaten einer Sublimation zu unterwerfen, deren Zweck eine Reinigung iſt. Die Erhitzung geſchieht in Keſſeln, die Verdichtung zu glaſiger Säure in aufgeſetzten eiſernen Ringen; das darin nicht Verdichtete entweicht durch einen Helm und eine Anſatzröhre in die Giftkammern.

Aehnliche Vorrichtungen werden auch angewandt, um die arſenige Säure aus ſolchen Erzen zu gewinnen, in denen Arſen als Verunreinigung oder als Erzmittel anderer Metalle, deren Gewinnung alsdann Hauptſache iſt, auftritt.

Werden die vorhin genannten Arſenikerze ohne Luftzutritt erhitzt, ſo erhält man daraus, wie ſchon S. 364 erwähnt, das metalliſche Arſen, entweder gänzlich, oder zum Theil. Die hierzu angewendeten thönernen Retorten mit eben ſolchen Vorlagen liegen in Oefen, welche davon eine lange Reihe zugleich erhitzen. Schon im Hals der Retorten condenſirt ſich der größte Theil des Arſeniks an einer hineingeſteckten Rolle aus Eiſenblech. In der Retorte findet man ein Gemiſch von Arſeneiſen und Schwefeleiſen. Das erhaltene Metall muß, wenn es rein ſein ſoll, wiederholt bei möglichſt niederer Temperatur ſublimirt werden.

Die Kennzeichen des Arſens ſind dir bekannt; ſie gelten natürlich auch für das als Scherbenkobalt vorkommende gediegene Arſen.

Arſenikkies liefert im Kölbchen erſt ein Sublimat von rothem Schwefelarſen, dann ein ſchwarzes von Arſen; in der offenen Glasröhre wird ſchweflige Säure und ein weißes Sublimat von arſeniger Säure gebildet. Auf der Kohle giebt er arſenige Säure und ſchmilzt zu einer Kugel, die vom Magnete angezogen wird. Das auf Kohle oxydirte Mineral zeigt zu Borax u. ſ. w. die Eiſenreaction.

Arſenikalkies unterſcheidet ſich von dem Arſenikkies nur dadurch, daß er wegen des geringen Schwefelgehaltes im Kölbchen nur Arſen und in der Glasröhre nur wenig ſchweflige Säure liefert.

Das Verhalten des Realgars und des Auripigments brauche ich, als das der reinen Schwefelarſenverbindungen, nicht näher anzuführen. Ueberzeuge dich, daß ſchon die geringſte Menge davon, mit Soda oder Cyankalium in einem Kölbchen oder einer zugeſchmolzenen Glasröhre erhitzt, einen deutlichen Spiegel von verflüchtigtem metalliſchem Arſen an den kälteren Theilen zeigt. (Ich mache dich darauf aufmerkſam, daß dieſe Verſuche nur mit ſehr geringen Mengen der Arſenverbindungen und am beſten am offenen Fenſter vorzunehmen ſind.)

Bei der Löſung der Aufgabe 1) meines letzten Briefes haſt du auf den Waſſergehalt des Kupfervitriols Rückſicht zu nehmen verſäumt und im übrigen nicht gerade den kürzeſten Weg eingeſchlagen, weshalb ich hier die Andeutung der einfachſten Art, dieſe Aufgabe zu löſen, folgen laſſe:

Nach den Angaben iſt leicht zu finden, daß die 1000 Mark beſtehen aus 13993½ Loth Feinſilber

6½ „ Gold

2000 „ Kupfer.

Das Silber und Kupfer erfordert, erſteres 12697, letzteres 6183 Loth, zuſammen 590 Pfund Schwefelſäure, zum Preiſe von nahe 17½ Thlr. Die zum Ausfällen des Silbers erforderliche Menge Kupfer folgt aus den Aequivalenten als 4107 Loth, zum Preiſe von etwa 68½ Thlr.

Da man beim Verkaufe des Feinſilbers dafür denſelben Preis erhält, welcher beim Ankaufe der daſſelbe enthaltenden Menge kupferhaltigen Silbers bezahlt wurde, ſo wird ein Unterſchied zwiſchen Ankaufs- und Verkaufs-Preis nur durch das Gold bedingt, deſſen Menge 14 mal höher bezahlt wird und alſo einen Reingewinn verurſacht, welcher dem 13 fachen des Silberpreiſes entſpricht. An jedem Loth Gold tritt alſo ein Gewinn von 13 × ⅞ Thlr. (⅞ Thlr. koſtet 1 Loth Silber), oder in den 6½ Loth nahe 59⅝ Thlr. hervor.

Ferner werden aus der Geſammtmenge des Kupfers im Ganzen 24025 Loth Kupfervitriol zum Werthe von 120 Thlr. erhalten. Die Ausgaben betragen alſo, da Kauf und Verkauf des Silbers ſich nach dem Obigen ausglich, 86 Thlr. für Schwefelſäure und Kupfer; die Einnahme beträgt an Mehreinnahme für das Gold und am Verkaufspreis des Vitriols 189⅝ Thlr., ſo daß ein Reinertrag von 103⅝ Thlrn. erzielt wird.

Die Antwort zur 2. Aufgabe haſt du mit dem Verhältniß von 1 zu 29 zwar richtig gefunden, ich mache dich jedoch darauf aufmerkſam, daß es dem Verhältniß 50 : 30 ſehr nahe ſteht, und ſich daher auf das einfachere von 5 : 3 reduciren läßt. Machſt du die Probe, ſo findeſt du danach auf 116,6 ſchwefelſauren Baryt 69,9 kohlenſaures Kali, während die Formel 69,2 fordert — in der That ein ſehr geringer Unterſchied.

Nächſtens laſſe ich wieder einige Aufgaben folgen.

79. Brief.

Eiſen; Erze; Reduction derſelben; Hochofenproceß; Roheiſen. Kohlenſtoffgehalt deſſelben.

Die Erze, aus welchen das

Eiſen

hüttenmänniſch dargeſtellt wird, enthalten daſſelbe als Oxyd oder als Oxydul, denn diejenigen Mineralien, welche aus Schwefelverbindungen des Eiſens beſtehen, haben bisher noch nicht auf Eiſen verarbeitet werden können. Die wichtigſten ſind:

Der Magneteiſenſtein (Eiſenoxydoxydul), der Roteiſenſtein (Eiſenoxyd), der Brauneiſenſtein (Eiſenoxydhydrat), der Spatheiſenſtein oder Stahlſtein (kohlenſaures Eiſenoxydul). Dieſelben kommen jedoch ſelten rein zur Verarbeitung, ſondern finden ſich meiſtentheils gemiſcht mit kieſel-, kalk- oder thonartigen Geſteinen. So iſt z. B. das Bohnerz ein Gemiſch von Brauneiſenſtein mit verſchiedenen Silicaten, der Raſeneiſenſtein ein ſolches von Eiſenoxydhydrat mit etwas phosphorſaurem Eiſenoxyd und den mineraliſchen Ueberreſten verweſter Pflanzenſtoffe u. ſ. w.

Von den übrigen Eiſen enthaltenden Mineralien ſind die verbreitetſten der ſchon mehrerwähnte Eiſenkies, der Chromeiſenſtein, der Magnetkies (FeS, $5\,Fe_2S_3$) und die neulich beſprochenen Arſenikerze.

Da, dem chemiſchen Gehalte entſprechend, der Vorgang, welcher der Eiſengewinnung zu Grunde liegt, ein Reductionsproceß iſt, ſo erſcheint dieſer Theil der *Metallurgie* ſehr einfach, und du wirſt denken, er müſſe

der Gewinnung des Zinns gleichen. Allein es werden hier wesentliche Unterschiede begründet sowohl durch die Nothwendigkeit der Abscheidung der fremden Beimengungen, als auch durch die Schwerschmelzbarkeit des Eisens und durch die Leichtigkeit, mit welcher es sich nach der Reduction wieder oxydirt.

Das Reductionsmittel bildet auch hier die Kohle, richtiger gesagt, das daraus entwickelte Kohlenoxydgas. Damit dasselbe mit allen Theilen der Eisenerze in Berührung kommen kann, und um zugleich das darin enthaltene Wasser und die Kohlensäure abzuscheiden, werden die Eisenerze vor ihrer eigentlichen Verarbeitung und nach dem vorherigen Pochen geröstet, wodurch hauptsächlich eine Auflockerung bewirkt wird. Das Rösten geschieht in freier Luft in sogenannten Röststadeln, d. h. in durch Mauern abgegrenzten Räumen. Dieselben werden mit abwechselnden Schichten Erz und Brennmaterialien angefüllt und dann letztere angezündet. Dadurch werden ganz allmählich die erwähnten Veränderungen herbeigeführt, wobei nicht zu übersehen ist, daß sich der Spatheisenstein in Eisenoxyd verwandelt und somit aus allen Erzen schließlich nur dieses erhalten wird. Aus demselben wird im Hochofen das Eisen reducirt. Dabei ist 1) die Kohle zu dem zur Reduction nöthigen Kohlenoxyd zu verbrennen, 2) durch diese Verbrennung die zur Reduction erforderliche Temperatur hervorzubringen, 3) die fremden Begleiter des Eisenoxydes von diesem abzuscheiden und 4) das reducirte und schmelzende Eisen vor der Oxydation zu schützen.

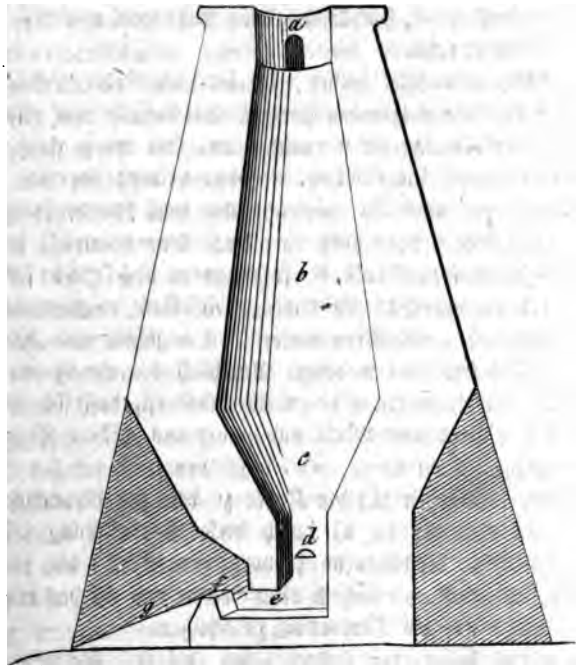
Wenn das Eisen rein abgeschieden würde, so wäre die zum Schmelzen desselben erforderliche Hitze so hoch, daß die gewöhnlichen Einrichtungen nicht ausreichen würden, um flüssiges Eisen zu erhalten, und in einem anderen Zustande wäre seine Abscheidung aus der Beschickung des Ofens so gut wie unmöglich. Das Eisen nimmt aber, gleich nachdem es durch das Kohlenoxyd abgeschieden worden, aus diesem Kohlenstoff auf, indem Kohlensäure gebildet wird,

$$2\,CO - C = CO_2,$$

ja sogar aus der Kohlensäure scheidet das Eisen den Kohlenstoff, zu dem es eine sehr große Verwandtschaft hat, zum Theil ab, indem wahrscheinlich Eisenoxyd entsteht. Die so gebildete Verbindung von Eisen und Kohlenstoff (über die Art dieser Verbindung nachher) schmilzt als Gußeisen oder Roheisen sehr leicht, und es bedarf dazu in der That nur einer Temperatur von etwa 1400° C. Der vierte oben angedeutete Zweck wird dadurch erreicht, daß man das schmelzende Eisen sich mit einer geschmolzenen Glasrinde umgeben läßt, welche aus den übrigen Theilen der Beschickung des Ofens sich in diesem erst bildet. Einen Hauptbestandtheil davon bilden die Begleitstoffe der Eisenerze und es verbinden sich daher leicht die beiden zuletzt angedeuteten Punkte.

Einen Hochofen zeigt beiſtehende Figur.

Fig. 151.



Er iſt aus feuerfeſten Steinen ſehr dauerhaft conſtruirt, enthält in ſeinem Mauerwerk Kanäle für die entweichende Feuchtigkeit deſſelben und iſt meiſt mit eiſernen Klammern umgeben. Ueber die Dimenſionen dieſer größten aller hüttenmänniſchen Apparate brauche ich wohl nichts anzuführen, da man ſie faſt überall ohne beſondere Mühe ſehen kann und du ohne Zweifel ſchon einmal einen ſolchen in Augenſchein genommen haſt.

Den nach oben etwas verengten Theil b nennt man den Schacht, den nach unten ſtark trichterförmig zulaufenden c den Roſt und den engſten cylindriſchen Theil d das Geſtelle. Unter dieſem befindet ſich der horizontale Heerd e, über welchem der Ofen, wie leicht an der Figur zu ſehen, offen iſt, während der Heerd durch den davorliegenden Wallſtein f geſchloſſen iſt. Der Stein, welcher den oberen Theil der Ofenöffnung bildet, heißt Tünpelſtein, er iſt an dieſer vorderen Seite des Geſtelles deſſen letztes Stück.

Dem Tünpelſtein gegenüber befindet ſich bei d die Form, d. h. die Mündung des Gebläſes; manche Hochöfen führen deren drei, die alsdann alle in einer Höhe rings in das Geſtell münden. Die Luft wird durch

dieſelben vermittelſt kräftiger, durch Dampf- oder Waſſerkraft bewegter Maſchinen in den Ofen gepreßt.

Iſt dieſer in Thätigkeit, ſo werden durch die Gicht a abwechſelnde Schichten von Kohlen — Holzkohlen oder Kokks — und Erz mit verſchiedenen Zuſätzen (wovon weiter unten) aufgeſchüttet und es ſinkt dieſe Beſchickung allmählig nieder, indem durch die Verbrennung die Kohlen, durch das Schmelzen die übrigen Theile aus dem Ofen entfernt werden. Die Verbrennung findet zunächſt über der Form ſtatt; ſie liefert anfangs Kohlenſäure, dann durch Berührung derſelben mit glühenden Kohlen Kohlenoxyd, während zugleich aus dem Waſſergehalt der Luft Waſſerſtoff (und Kohlenoxyd) gebildet wird. Das Gemenge dieſer Gaſe mit dem übrigbleibenden Stickſtoff ſteigt nun in dem Ofen in die Höhe und begegnet den niederſinkenden Erzſchichten, welche dadurch erhitzt, reducirt, gekohlt und geſchmolzen werden. Die Reduction und Kohlung des Eiſens erfolgt ſchon bei niedriger Temperatur, alſo im oberen Theil des Schachtes, die Schmelzung des Kohlenſtoffeiſens erſt weiter unten in der Nähe der eigentlichen Verbrennungsregion. Die übriggebliebenen Gaſe, Kohlenſäure, Kohlenoxyd und einige andere ſich durch Nebenproceſſe bildende, entweichen durch die Gicht und zeigen daſelbſt durch die eintretende Verbrennung an der atmoſphäriſchen Luft meiſt eine blaue Flamme. Die Hitze derſelben wird häufig zum Vorwärmen der Gebläſeluft benutzt, wodurch ſo viel Wärme erſpart wird, als durch das Erhitzen derſelben auf die Verbrennungstemperatur verloren geht, was ſonſt durch die verbrennenden Kohlen ſelbſt geſchehen muß.

Käme nun das Kohlenſtoffeiſen in geſchmolzenem Zuſtande beim Vorüberfallen vor der Form und beim Anſammeln im Heerd mit der Luft in Berührung, ſo würde es wieder vollſtändig oxydirt werden. Aus dieſem Grunde kann man reines Eiſenerz für ſich allein nicht im Hochofen gebrauchen. Es müſſen vielmehr ſolche Körper — Zuſchläge — zugeſetzt werden, die in der Hitze des Hochofens zu einem Glaſe ſchmelzen, das reducirte Eiſen umhüllen und vor der Berührung mit der Luft ſchützen. Reinen Eiſenerzen ſetzt man alſo ſchmelzbare Silicate oder in Ermangelung derſelben Gemiſche aus Kieſelſäure, Kalk, Thon, Baſalt und ähnlichen Geſteinen zu, welche geeignet ſind, ſchmelzbare Verbindungen von paſſendem Schmelzpunkt zu liefern. Enthalten die Eiſenerze, wie faſt immer der Fall, den einen oder den anderen Theil der zu erzielenden Verbindung als Begleiter, ſo hat man ſtrenggenommen nur den anderen zuzuſetzen; iſt ein Eiſenerz z. B. ſehr kieſelſäurehaltig, ſo braucht man es nur mit der nöthigen Menge Baſis zu vermiſchen, wozu man meiſt Kalk wählt, und umgekehrt.

In der Praxis ſtellt ſich die Sache jedoch ein wenig anders: man muß die Bildung von gewiſſen Doppelſilicaten von Kalk und Thonerde

hervorrufen, weil ſich ſonſt leicht ſchmelzbare Doppelſilicate, deren eine Baſis Eiſenoxydul iſt, erzeugen und ſomit ein Theil des Eiſens verloren gehen würde. Enthält alſo ein Eiſenerz ſchon Thon, ſo muß ihm die zweite Baſis in der Geſtalt von Kalk geliefert werden u. ſ. w. Denn Doppelſilicate ſind es gerade, welche ſich durch Leichtſchmelzbarkeit auszeichnen. Da man nun meiſtentheils auf den Eiſenhütten Gelegenheit hat, Eiſenerze von verſchiedenen Arten, mithin mit verſchiedenen Beimengungen zu verhütten, ſo kann man auch ein richtiges Verhältniß unter den Beſtandtheilen der zu erzielenden Silicate dadurch hervorbringen, daß man mehrere ungleichartige Erze in dem erforderlichen Verhältniß vermiſcht — gattirt — und gleichzeitig verſchmilzt, wobei nur hier und da ein Zuſatz — Zuſchlag — nothwendig wird. Die geſchmolzenen Doppelſilicate, welche außer den genannten Beſtandtheilen faſt immer noch wechſelnde Mengen von Eiſenoxydul und Manganoxydul und Bittererde enthalten, trennen ſich von dem geſchmolzenen kohlenſtoffhaltigen Eiſen in dem Heerde vermöge ihres geringen ſpecifiſchen Gewichtes ſehr leicht und werden von Zeit zu Zeit abgezogen und als Schlacken entfernt. Hat ſich eine hinreichende Menge Eiſen angeſammelt, ſo wird daſſelbe durch einen vorher verſchloſſenen Kanal in Formen abgelaſſen, welche ſich auf der Soole des Hüttenraumes befinden, in welchen es zu Blöcken oder Barren erſtarrt. Es enthält außer einer, zwiſchen 3 und 5% ſchwankenden Kohlenſtoffmenge meiſtens Spuren von Silicium, Aluminium und Mangan, welche in Folge des durch die hohe Temperatur unterſtützten Reductionsproceſſes aus den Beimengungen entſtanden ſind.

Der Kohlenſtoff iſt mit dem Eiſen keineswegs immer chemiſch verbunden, ſondern häufig nur mechaniſch damit vermiſcht. Im Falle einer chemiſchen Verbindung ſcheint dieſe nur zwiſchen einem Theile des Eiſens und dem ſämmtlichen Kohlenſtoff ſtattzufinden, welche Verbindung dann mit dem übrigen Eiſen ſehr innig vermiſcht bleibt. Indeſſen iſt man über dieſen Punkt noch nicht ganz im Klaren, wie man denn die Verbindungen von Eiſen und Kohlenſtoff und deren Eigenſchaften noch lange nicht ſo ſtudirt hat, wie es ihre Wichtigkeit zu erheiſchen ſcheint.

Je nach der Temperatur der Bildung des Gußeiſens und je nach der Schnelligkeit ſeiner Erſtarrung erſcheint es mit anderen Eigenſchaften: entweder iſt die Maſſe durchaus gleichartig und aller Kohlenſtoff erſcheint als chemiſch an das Eiſen gebunden, wodurch das Eiſen eine weiße Farbe erhält — oder der Kohlenſtoff hat ſich theilweiſe in Geſtalt graphitähnlicher Schüppchen abgeſchieden und iſt nur mehr mechaniſch mit der übrigen Maſſe vermiſcht, wodurch die graue Farbe und eine gewiſſe Ungleichartigkeit der Subſtanz hervorgebracht wird.

Im Allgemeinen kannſt du dir denken, daß, abgeſehen von anderen Umſtänden, welche während des Hochofenproceſſes darauf Ein-

fluß haben, bei raſcher Abkühlung weißes, bei langſamem Erkalten graues Roheiſen entſteht. Daß dazwiſchen eine große Anzahl Mittelſtufen möglich ſind, ja daß man ein glühendes Stück Roheiſen durch raſches Abkühlen ſeiner Oberfläche bis zu einer gewiſſen Tiefe in weißes Roheiſen umwandeln kann, während die innere Maſſe grau bleibt, iſt wohl leicht erſichtlich.

Die Eigenſchaften der beiden Roheiſenſorten ſind verſchieden: das weiße iſt ſehr hart, ſpröde, von kryſtalliniſcher Structur und wegen ſeiner Unregelmäßigkeiten beim Erkalten zum Guß im Allgemeinen nicht geeignet; ſeine Härte und Sprödigkeit macht es auch unbrauchbar für Gegenſtände, welche die Anwendung des Bohrers, der Feile oder des Meiſels erheiſchen. Es iſt dagegen das beſte Material für Stabeiſenbereitung. Unter gewiſſen Umſtänden, namentlich bei hohem Kohlenſtoffgehalt, zeigt es großblätterige, kryſtalliniſche Bruchflächen bei glasartiger Sprödigkeit und trägt dann den Namen Spiegeleiſen.

Das graue Roheiſen iſt weicher, hat einen körnig-blätterigen Bruch und einen höheren Grad von Zähigkeit, daher es ſich mit Meiſel, Bohrer und Feile bearbeiten läßt, obgleich es unter dem Hammer ſpringt. Es iſt zum Guſſe ſehr brauchbar.

Beide Roheiſenarten ſind nicht dehnbar und nicht ſchweißbar und in verſchiedenem Grade brüchig. Der Hüttenmann verſteht es, durch Abänderungen in der Beſchickung und Wartung des Ofens zahlreiche Abſtufungen und Gemiſche der genannten zwei Hauptarten zu erzeugen.

Um das Gußeiſen in beſtimmte Formen zu gießen, läßt man daſſelbe, wenn dies der untadelhafte Gang des Ofens erlaubt, unmittelbar aus demſelben in die Formen fließen; im anderen Falle, ſowie in Werken, welche das Gußeiſen nicht ſelbſt herſtellen, wird daſſelbe in kleinen eigens conſtruirten Oefen umgeſchmolzen. Dieſe heißen Cupolöfen, ſind von verſchiedener Geſtalt und liefern das Eiſen je nach Bedürfniß mit etwas modificirten Eigenſchaften.

Die größte Menge des Eiſens wird jedoch zu Stab- oder Schmiedeeiſen verarbeitet, worauf ich in meinem nächſten Briefe zurückkomme. Heute will ich dich nur noch darauf aufmerkſam machen, daß du dich von dem Kohlenſtoffgehalt des Roheiſens nicht allein durch den ſchwarzen Fleck überzeugen kannſt, welchen verdünnte Schwefelſäure darauf hervorbringt, indem das Eiſen in Löſung geht und der Kohlenſtoff zurückbleibt, ſondern auch dadurch, daß der mittelſt Gußeiſen zu entwickelnde Waſſerſtoff mit einem durchdringenden Geruch behaftet iſt. Dieſer rührt von einem Kohlenwaſſerſtoff her, welcher durch Verbindung des eben frei werdenden Waſſerſtoffs mit dem chemiſch gebundenen Kohlenſtoff entſteht. Da der mechaniſch beigemengte Kohlenſtoff ſich mit dem Waſſerſtoff nicht verbindet, ſondern als ſolcher abgeſchieden wird,

ſo wirſt du bemerken, daß ein Stück Spiegeleiſen, ſo wie überhaupt mehrere Sorten weißes Roheiſen eine völlig klare Löſung geben und eine viel größere Menge Kohlenwaſſerſtoff entwickeln, als ein Stück graues Roheiſen, bei welchem du eine Löſung erhalten wirſt, in der der abgeſchiedene pulverige Kohlenſtoff ſchwimmt. Es gelingt nicht ſelten, den Kohlenwaſſerſtoff, welcher ſich beim Auflöſen des Roheiſens bildet, in Geſtalt eines flüſſigen Oeles von ſehr unangenehmem Geruch zu erhalten, wenn man den entweichenden Waſſerſtoff durch concentrirte Schwefelſäure leitet und dieſe, nachdem ſie den Kohlenwaſſerſtoff aufgelöſt, in Waſſer träufelt, wobei ſich das Oel abſcheidet und an der Oberfläche anſammelt. Der Geruch deſſelben iſt äußerſt durchdringend und ekelhaft. Die Nachweiſung fremder Beimengungen im Roheiſen will ich hier nicht angeben, da dieſelbe mit Schwierigkeiten verknüpft iſt, welche zu überwinden du noch nicht im Stande ſein dürfteſt. Es muß nämlich außer auf einige Metalle auch auf Schwefel, Kieſel, Phosphor, Kohle geachtet und daher bei Eiſenunterſuchungen ein ziemlich verwickelter Gang eingeſchlagen werden.

80. Brief.

Eisen, Fortsetzung; Stabeisen; Frisch- und Puddlingsproceß; Aufgaben und Auflösungen: Aequivalente unreiner Stoffe, annähernde Verhältnisse.

Das Stab- oder Schmiede-Eisen unterscheidet sich von dem Roheisen in seinem chemischen Gehalte dadurch, daß es nur ein Minimum von Kohlenstoff, nämlich 0,1 bis 0,5 Procent enthält. Ganz kohlenstoffreies Eisen läßt sich im Großen gar nicht erhalten. In seinen physikalischen Eigenschaften unterscheidet es sich vom Roheisen durch seine Zähigkeit, Dehnbarkeit und Weichheit gegenüber einem hohen Grade von Schwerschmelzbarkeit; auch läßt es sich schweißen, kalt und warm hämmern und auf jede mögliche Art bearbeiten. Es bildet daher das Material für alle Eisenwaaren, deren Herstellung durch diese Eigenschaften bedingt wird. Es wird aus dem Roheisen durch verschiedene Manipulationen erhalten, deren Wesen eine Oxydation ist, dergestalt, daß der größte Theil des Kohlenstoffs in Gestalt von Kohlenoxyd verflüchtigt und ein Theil des Eisens ebenfalls oxydirt wird. Zugleich werden die übrigen Beimengungen, namentlich Kiesel und Mangan oxydirt, auch Phosphor und Schwefel, wenn sie vorhanden sind, und somit ein sehr reines Metall erhalten, das in der That, abgesehen von dem geringen Kohlenstoffgehalt, in vielen Fällen die Stelle reinen Eisens vertreten kann.

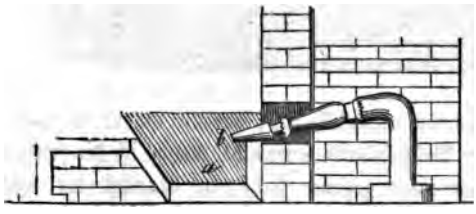
Dieser Oxydationsproceß ist in der Ausführung von zweierlei Art, je nachdem man über Holzkohlen oder nur über Steinkohlen als verwendbares Brennmaterial zu verfügen hat. Mit der Ausdehnung der

Eiſenproduction hat der Verbrauch der Steinkohlen immer zugenommen und die entſprechende Methode der Stabeiſenfabrikation, die ſich ohnehin mehr zum Betriebe im Großen eignet, verhältnißmäßig an Uebergewicht gewonnen und die andere Methode, welche die Benutzung von Holzkohlen bedingt, faſt gänzlich verdrängt, oder doch auf einige Gegenden beſchränkt.

Die Stabeiſendarſtellung mittelſt Holzkohlen nennt man das Friſchen, diejenige mit Steinkohlenfeuerung das Puddeln.

Das Friſchen und Puddeln unterſcheidet ſich ferner in Bezug auf das Oxydationsmittel: beim Friſchen iſt dieſes hauptſächlich die durch ein Gebläſe gelieferte Luft, beim Puddeln hauptſächlich der in gewiſſen leichtreducirbaren Silicaten enthaltene Sauerſtoff.

Fig. 152.

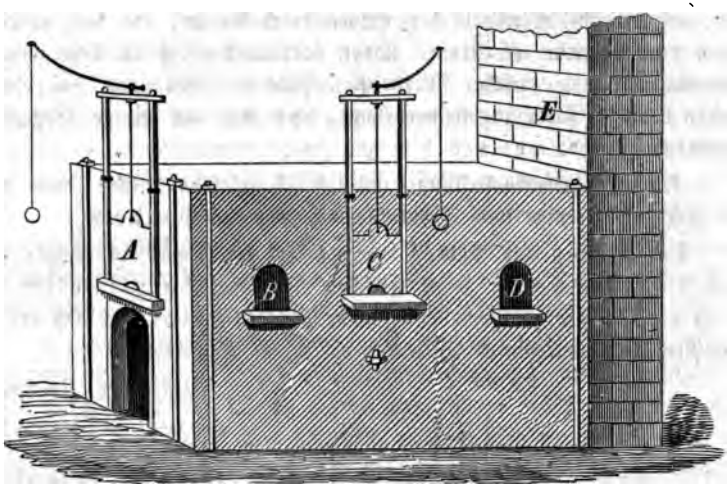


Beiſtehende Zeichnung (Fig. 152) zeigt dir den Durchſchnitt eines Friſchheerdes, oder Friſchfeuers. Du ſiehſt, daß der Hauptbeſtandtheil eine aus Eiſenplatten gebildete Grube a iſt, auf welche die Spitze einer Form b gerichtet wird, welche mit einer Gebläſemaſchine in Verbindung zu denken iſt. Bei der Arbeit wird der Heerd mit Kohlen angefüllt, dieſe in Gluth verſetzt und dann eine gewiſſe Menge Roheiſen dadurch in Fluß gebracht; es tropft vor dem Gebläſe hinab und kommt zum größten Theil entkohlt auf der Sohle des Heerdes an. Durch die Oxydation des Kieſels und des Eiſens entſteht zugleich kieſelſaures Eiſenoxydul, deſſen Bildung zur Entfernung des oxydirten Eiſens man durch Sandzuſatz befördert. Auch beſchleunigt man die Entkohlung durch Schlacken von der vorhergehenden Operation, welche in derſelben Weiſe wirken, wie wir es gleich beim Puddeln ſehen werden. Da das gebildete kohlenſtoffarme Eiſen bei der vorhandenen Hitze nicht ſchmelzen kann, ſo ſintert es im Heerde zu einer poröſen Maſſe zuſammen, welche in ihren Zwiſchenräumen beſonders Kohlenoxyd und Schlacken enthält. Dieſe zähe Maſſe, Luppe genannt, wird aus dem Heerde gehoben und bei guter Beſchaffenheit ſogleich weiter verarbeitet, im anderen Falle aber vorher einer nochmaligen Einwirkung der Gebläſeluft bei geſteigerter Hitze ausgeſetzt.

Die weitere Bearbeitung des gefriſchten Eiſens iſt derjenigen völlig ähnlich, welche das Stabeiſen erleidet, welches durch Puddeln erhalten worden.

Ich zeichne dir hier die äußere Anſicht eines Puddelofens:

Fig. 153.



Den Durchschnitt zu zeichnen unterlasse ich, da die innere Einrichtung eines solchen Ofens der Beschreibung entspricht, welche ich dir früher von den Flammöfen im Allgemeinen gegeben habe; du brauchst dir nur zu denken, daß hier der Arbeitsraum nur ein einfacher ist.

Die Oeffnungen A und B stehen mit der Feuerung in Verbindung, C und D mit dem Arbeitsraum; A und C werden vorzüglich während der Arbeit gebraucht, B und D am Anfang und Ende der Operation zur Beschickung, Entleerung und Reinigung des Ofens; sie bleiben daher während der Arbeit meist geschlossen, während die beiden ersteren mit Fallthüren und mechanischen Vorrichtungen zum beliebigen Oeffnen und Schließen versehen sind. Der ganze Ofen ist aus feuerfesten Steinen gemauert und von seiner inneren, theilweise auch von seiner äußeren Seite mit Platten von Stabeisen verkleidet, welche durch Stäbe und Schrauben in ihrer Stellung erhalten werden, von denen ich in der Zeichnung einige angedeutet habe. Häufig finden sich doppelte Eisenplatten, zwischen welchen Wasser zur Herabstimmung der Temperatur circulirt; die Esse E bewirkt den Zug, den eine Klappe regulirt.

Dieser Puddelöfen stehen in großen Eisenwerken oft eine große Anzahl in mehreren Reihen in einem einzigen Raume. Stets ist damit ein durch Dampfkraft getriebenes Walz- und Hämmerwerk verbunden, welches die weitere Bearbeitung des Eisens besorgt. Versäume nicht, wenn du in die Nähe eines solchen Puddelwerkes kommen solltest, dasselbe in Augenschein zu nehmen: diese großartigen Eisenfabriken sind *recht geeignet*, ein Bild von der ungeheueren Ausdehnung und dem Aufschwunge zu geben, welche in letzterer Zeit die Industrie genommen hat.

Durch die Arbeitsthüre C bringt der Arbeiter einen Klumpen Roheisen auf den Heerd und läßt denselben durch die Hitze der darüber hinstreichenden Flamme schmelzen. Dann bearbeitet er die flüssige Masse mit Eisenstangen, welche Arbeit man Puddeln nennt, und bringt das Eisen sowohl mit der zugesetzten Gahrschlacke, als mit dem sich bildenden Eisenoxyduloxyd und dem zugesetzten Hammerschlag in Berührung; denn die Flamme enthält stets einen Ueberschuß von Sauerstoff und wirkt daher ebenfalls oxydirend auf Kohlenstoff und Eisen. Das Hauptgeschäft der Entkohlung verrichtet jedoch die erwähnte Gahrschlacke, welche von dem Ende des vorhergehenden Puddlingsprocesses herrührt. Sie besteht aus einem sehr stark basischen kieselsauren Eisenoxydul, welches die Neigung zeigt, sich in Gegenwart oxydirbarer Körper in ein neutrales Salz und sich abscheidendes Eisenoxydul zu zerlegen, welches letztere dann durch den oxydirbaren Körper zu Eisen reducirt wird.

Im Puddelofen erhalten wir also aus dem basischen Silicate und der vorhandenen Kohle ein neutrales oder doch eisenoxydularmes Silicat (Rohschlacke), Kohlenoxyd und metallisches Eisen. Letzteres rührt demnach von zwei Quellen her: erstens wird das vorhandene kohlenstoffreiche Roheisen entkohlt und zweitens wird aus dem Silicat metallisches Eisen abgeschieden; dieses ist natürlich im Verhältniß zu jenem nur eine ganz geringe Menge.

Durch die fortschreitende Entkohlung des Eisens wird dasselbe zähflüssig, das gebildete Kohlenoxyd entweicht immer schwieriger, und die Oxydation durch den Sauerstoff der Flamme wirft sich in Ermangelung von Kohle auf das Eisen (und die dasselbe begleitenden Stoffe, wie Kiesel, Phosphor); so entsteht wieder Eisenoxydoxydul, welches zu dem vorhandenen Silicate, der Rohschlacke, tritt und damit wieder ein basisches Salz, die Gahrschlacke bildet, die das Oxydationsmittel für die nächste Beschickung des Ofens bilden muß.

Wenn das Eisen nach Entfernung des größeren Theils des Kohlenstoffs diesen Zustand durch die erlangte Zähigkeit erkennen läßt, und hinlänglich durchgearbeitet ist, um in allen Theilen gleichförmig zu erscheinen, wird es zu einer viereckigen Masse, Luppe, geformt und aus dem Ofen genommen, um zu einer compacten, schlacken- und blasenfreien Masse verarbeitet zu werden.

Hierauf, so wie auf die Darstellung des Stahls komme ich im nächsten Briefe zurück. Ich schließe diesen mit ein paar Aufgaben:

1) Wie viel Zink von 5,712 % Bleigehalt und wie viel Schwefelsäure von 20 % Wassergehalt (außer dem Hydratwasser) sind erforderlich zur Darstellung von 10 Cubikfuß Wasserstoff?

2) Welches ist das annähernde Verhältniß zwischen den zur Darstellung von Ammoniak erforderlichen Substanzen, wenn man den Kalk *als wasserfrei berechnet* und derselbe 22½ % fremde Bestandtheile enthält?

Um dir eine allgemeine Anleitung zur Auflösung dieser Art Aufgaben zu geben, will ich die vollständige Lösung folgender Aufgaben hier folgen lassen:

Welches ist das annähernde Verhältniß zwischen den zur Chlorentwickelung anzuwendenden Substanzen, wenn man die Salzsäure als aus 1 Aeq. trockenem Chlorwasserstoff und 8 Aeq. Wasser bestehend betrachtet und wenn der Braunstein 19¼% Unreinigkeiten enthält?

Wenn die Salzsäure kein Wasser enthielte, so würde ihr Aequivalent 36,5 sein; da aber noch 10 Aequivalente Wasser hinzuzurechnen sind, so ist dasselbe für diesen Fall 126,5. In dieser Gewichtsmenge ist nämlich ein wirksames Aequivalent Chlorwasserstoff und wir können sie daher das Aequivalent der unreinen Substanz nennen.

Eben so suchen wir das Aequivalent des unreinen Braunsteins, d. h. diejenige Menge des in Rede stehenden Materiales, welche ein Aequivalent Manganſuperoxyd enthält. In 100 Theilen sind 19¼ Theile fremde Körper: 80¾ Manganſuperoxyd sind also mit 19¼ Theilen davon verbunden oder entsprechen 100 Theilen der unreinen Substanzen; 1 Aeq. oder 43,6 ist daher, wie leicht durch Rechnung zu finden, mit so viel Unreinigkeiten vermischt, daß diese Menge 53,99 oder sehr nahe 54 Theilen des zu verwendenden Braunsteins entspricht. Diese Zahl drückt daher das Aequivalent der unreinen Substanz aus und das Verhältniß der anzuwendenden Stoffe wird also schließlich folgendes:

54 : 2 × 126,5 oder
54 : 253.

Vermehren wir, um durch 3 abkürzen zu können, die letztere Zahl um 2, so erhalten wir

54 : 255

oder nach der Division

18 : 85.

Vermindern wir, um durch 2 abzukürzen, jetzt die letztere Zahl um 1, so erhalten wir

18 : 84 oder
9 : 42 oder endlich
3 : 14,

welches das verlangte annähernde Verhältniß ist.

Wirklich ergeben diese Zahlen auf 54 Braunstein 252 Salzsäure, was eine mehr als ausreichende Genauigkeit ist.

81. Brief.

Eiſen, Fortſetzung. Bearbeitung und Eigenſchaften des Stabeiſens. Stahl, Eigenſchaften und verſchiedene Methoden der Darſtellung. Kennzeichen der Eiſenerze. — Antworten und Aufgaben.

Das gepuddelte oder gefriſchte Eiſen wird auf verſchiedene mechaniſche Weiſe bearbeitet, um die darin enthaltenen fremden Stoffe herauszubringen. Es geſchieht dies theils durch Auspreſſen oder Ausquetſchen, theils durch Hämmern, theils durch Walzen, meiſtens durch nach einander folgende Anwendung aller dieſer Operationen. Dadurch fließt die Schlacke aus, welche geſammelt wird, um ſpäter in der angeführten Art wieder benutzt zu werden, die eingeſchloſſenen Gaſe werden hinausgedrängt und die Eiſentheilchen ſchweißen unter ſich feſt. Der an der Oberfläche der glühenden Maſſe entſtehende Hammerſchlag wird beim folgenden Puddeln wieder zugeſetzt. Selten reicht die Erhitzung, welche im Puddelofen erlangt wurde, zur völligen Beendigung dieſer Arbeiten aus; außerdem erlangt das Eiſen durch Verbindung mehrerer Stücke und Ausrecken der erhaltenen Maſſe mehr Feſtigkeit und Gleichförmigkeit. Man pflegt daher die theilweiſe gehämmerten oder gewalzten Stücke in beſonderen Oefen, Schweißöfen, die wie die Puddelöfen eingerichtet ſind, wiederholt zu erhitzen, nachher zuſammenzuſchweißen und dann weiter auszuwalzen. Je nach der Geſtalt und Stellung der Walzen erhält man Stäbe oder Barren von verſchiedener Art; in derſelben Weiſe werden die Eiſenbahnſchienen dargeſtellt, noch glühend abgeſchnitten und geſtreckt.

Die Arten des Stabeiſens ſind nach ſeiner größeren oder geringeren Reinheit, nach der mehr oder minder ſorgfältigen Bearbeitung ſehr verſchieden. Die Zähigkeit und Dehnbarkeit des Eiſens werden namentlich ſehr beeinträchtigt durch geringe Beimengungen von Phosphor, Schwefel, Silicium und Kupfer. So bringt z. B. ſchon ein Gehalt von 0,3 % Phosphor einen hohen Grad von Kaltbrüchigkeit hervor, in Folge deſſen es beim Hämmern oder Stoßen in der Kälte zerſpringt; *Rothbrüchigkeit* wird durch einen Gehalt von Schwefel (ſchon

durch 0,01 %) veranlaßt. Ein nicht zu beträchtlicher Mangangehalt dagegen ertheilt dem Eisen besonders gute Eigenschaften. Hauptsächlich ist es Gleichartigkeit und Dehnbarkeit, die bei der Schätzung derselben in Betracht kommen, da ein Mangel hierin die Verwendung zum Drahtziehen und allen andern feinen Bearbeitungen unmöglich machen würde.

In Bezug auf seinen Kohlenstoffgehalt, wie auch auf seine Eigenschaften steht der Stahl zwischen Roheisen und Stabeisen. Er enthält 1—2 % Kohlenstoff und unterscheidet sich vom Stabeisen durch die größere Härte und Schmelzbarkeit, vom Roheisen durch die Dehnbarkeit, Zähigkeit und Schweißbarkeit. Er besitzt so zu sagen die trefflichen Eigenschaften beider Eisenarten, ohne mit den weniger schätzbaren behaftet zu sein, und zeichnet sich außerdem noch vorzüglich dadurch aus, daß er, je nach den Umständen seiner Behandlung, die verschiedensten Grade von Härte und von Sprödigkeit auf der einen und von Elasticität und Weichheit auf der anderen Seite anzunehmen vermag. Man hat es in der Gewalt, dem Stahl die Härte und Sprödigkeit des härtesten Roheisens, oder einen Grad von Biegsamkeit und Zähigkeit zu geben, mit welcher diejenige des Stabeisens nicht zu vergleichen ist, weil diesem die sprüchwörtlich gewordene Elasticität des Stahls gänzlich abgeht.

Wenn man den glühenden Stahl plötzlich stark abkühlt, z. B. in Wasser ablöscht, so erhält man denselben im Zustand der höchsten Sprödigkeit aber zugleich der größten Härte. Wenn man diesen „gehärteten" Stahl nun wieder erhitzt und langsam erkalten läßt, so verliert er um so mehr an jenen beiden Eigenschaften und erlangt um so mehr Biegsamkeit und Zähigkeit, je länger und stärker man das Erhitzen fortdauern gelassen hat. Dabei läuft er mit verschiedenen Farben an, woran man den Grad erkennen kann, bis zu welchem er seine Eigenschaften verändert hat. Somit kann man durch dieses Härten und „Anlaufenlassen", „Anlassen" oder „Temperu" die zu jedem bestimmten Zweck erforderliche Stahlart herstellen. Außerdem hat man noch die große Leichtigkeit, Gegenstände, welche man aus so hartem Stahl verfertigen will, daß die Bearbeitung desselben unmöglich wäre, aus weichem Stahle herstellen und dann erst härten zu können.

Diese Andeutungen werden genügen, um dich auf die Vielseitigkeit aufmerksam zu machen, deren die Benutzung des Stahls fähig ist. Rechnest du nun hinzu, daß man, wie gesagt, denselben auch schmelzen und schweißen kann, so wirst du leicht begreifen, daß es kein Material

giebt, welches so mancherlei Anwendung finden könnte. Ohne mich darauf weiter einzulassen, gehe ich zur Darstellung des Stahls über, indem die Einzelnheiten seiner Bearbeitung in jedem andern Handbuche zu studiren dir nunmehr ein Leichtes sein wird.

Da der Stahl in seinem Kohlenstoffgehalt zwischen Roheisen und Stabeisen steht, so ist von vornherein klar, daß man denselben erhalten kann:

1) aus Stabeisen, durch Hinzufügen von Kohlenstoff;

2) aus Roheisen, durch Entziehung von Kohlenstoff;

3) durch Vermischung von Roheisen und Stabeisen bis zu dem Punkte des erforderlichen Kohlengehaltes.

Die erste Methode, aus Stabeisen Stahl zu erhalten, ist ohne Zweifel die älteste; sie heißt die Cämentation und liefert den Cämentstahl. Sie besteht in einem lange anhaltenden Glühen der geschmiedeten Eisenstücke in einer Hülle von Kohlenstaub, der durch luftdichten Verschluß vor dem Verbrennen geschützt ist. Dabei dringt der Kohlenstoff nach und nach in das Eisen ein und verwandelt dasselbe von außen nach innen fortschreitend in Stahl. Es ist einleuchtend, daß man dadurch nur bei kleineren Gegenständen einen gewissen Grad von Gleichförmigkeit erzielen kann, und das Verfahren ist auch, bis auf den Betrieb im Kleinen, so ziemlich von den übrigen verdrängt worden.

Um nach der zweiten Methode Stahl zu erzeugen, liegt es nahe, den Frisch- oder den Puddlingsproceß zu derjenigen Zeit zu unterbrechen, wo der Kohlenstoffgehalt auf die dem Stahl entsprechende Menge herabgekommen ist. So erhält man einerseits Frischstahl, andererseits den Puddelstahl. Das Stahlpuddeln ist es namentlich, welches in den neuesten Jahren an Ausdehnung ganz außerordentlich gewonnen hat: es liefert augenblicklich die größte Menge des Bedarfs. Bei diesem Verfahren kommt es allein darauf an, daß das Puddeln sehr gleichmäßig ausgeführt wird, damit die Entkohlung in der ganzen Masse stets den gleichen Grad erreiche, und daß man dasselbe beim richtigen Punkte unterbricht. Aehnliches gilt vom Stahlfrischen, was jedoch auf einige Gegenden beschränkt ist.

In neuester Zeit hat man begonnen, noch auf zwei andere Arten aus dem Roheisen Stahl darzustellen. Man körnt nach der einen das Roheisen durch Ausfließenlassen in bewegtes Wasser möglichst fein und erhitzt es hierauf mit Spatheisenstein und Braunstein im Cämentofen. Nach der anderen glüht man das Roheisen in einem Lager von Glühpulver während 14 Tagen. In beiden Fällen wird jedenfalls eine langsame Oxydation bewirkt, obwohl das Specielle der erforderlichen Manipulationen noch nicht bekannt geworden ist. Die erste Methode liefert den Gußstahl von Uchatius (Namen des Erfinders), die andere den Glühstahl.

Der dritte der vorhin bezeichneten Wege zur Stahlerzeugung bedarf keiner weiteren Erklärung, da das Zusammenschmelzen der beiden Stoffe bei einer Temperatur, die die Schmelzhitze des Roheisens weit übersteigt, leicht zu verstehen ist. Man erhält auf diese Weise den Rohstahl.

Alle diese Methoden liefern ein mehr oder weniger ungleichförmiges Produkt, indem stets die Verwandlung in Stahl an einigen Stellen vollständiger geschieht, als an anderen. Um die zur weiteren Verarbeitung erforderliche vollständige Gleichartigkeit hervorzubringen, wird der Stahl entweder in Graphittiegeln umgeschmolzen und gegossen — Gußstahl — oder gegerbt — Gerbstahl. Das Gerben besteht im Zusammenschweißen ausgewalzter Stahlstäbe, Ausrecken der geschweißten Barren, Zerschneiden und Wiederzusammenschweißen der erhaltenen Stäbe und so weiter, wodurch eine Verbindung der verschiedenen Theile erhalten wird, welche man, wenn die Arbeit und namentlich das Schweißen mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt worden ist, als völlig gleichmäßig betrachten kann.

Im Allgemeinen habe ich noch anzuführen, daß zwar der Unterschied in den verschiedenen Arten des Eisens — Roheisen, Stahl, Stabeisen — dem verschiedenen Kohlengehalte derselben entspricht, jedoch nicht dadurch allein bedingt ist. Namentlich gilt dies vom Stahl: seine Eigenschaften sind mehr als die der anderen beiden Eisensorten von anderen Beimengungen, wie Mangan und Kiesel, sowie von einer großen Anzahl von Umständen abhängig, deren genaue Kenntniß uns bisher noch abgeht. Ich kann auf diesen Gegenstand hier nicht weiter eingehen und muß dich, wie schon öfter, bitten, dich einstweilen mit diesen Andeutungen zu begnügen.

Ich schließe mit den Kennzeichen der verschiedenen Eisenerze, die du an den leicht zu erhaltenden Mineralien nachzuweisen hast; wobei du auch die früher angegebenen Reactionen wiederholen magst.

Magneteisenstein zeigt sich magnetisch, d. h. auf eine Magnetnadel wie Eisen, seltener wie ein wirklicher Magnet (d. h. gegen beide Pole verschieden) wirksam; in der blauen Flamme schmilzt er an den Kanten (1) und bleibt magnetisch; im Glaskolben und in der Glasröhre,

(1) Die Schmelzbarkeitsproben pflegt man zwar so anzustellen, daß man einen Splitter des Minerals zwischen den Platinspitzen einer Pincette (zum Preise von 1½ Thlr. in den betreffenden Handlungen zu haben) der intensivsten Hitze der Löthrohrflamme aussetzt; indessen kann man sich dazu auch des freien Endes eines Platindrahtes bedienen, womit man den Splitter festhält.

= ſowie auf Kohle bleibt er unverändert; gegen die Borax- und Phosphor-
= ſalzperle zeigt er die Eiſenreaction.

= Rotheiſenſtein (Varietäten: Eiſenglanz, rother Glaskopf, Roth-
eiſenrahm u. ſ. w.) zeigt ſich im Glaskolben, in der Röhre und auf
– Kohle unveränderlich, wird in der blauen Flamme magnetiſch und ſchmilzt
dann ſchwer an den Kanten. Von Salzſäure wird er nur langſam ge-
löſt. Im Uebrigen zeigt er, wie auch die Löſung in Säuren, die Eiſen-
reactionen.

Brauneiſenſtein (Varietäten: brauner Glaskopf, Lepidokrokit
u. ſ. w.) giebt im Glaskolben einen Beſchlag von Waſſer und verhält
ſich übrigens wie der vorige.

Spatheiſenſtein giebt im Kolben Kohlenſäure aus, wird
ſchwarz und magnetiſch; ebenſo auf Kohle. In Salzſäure iſt er, nament-
lich in der Hitze unter Entwickelung von Kohlenſäure, leicht löslich. Im
Uebrigen verhält er ſich wie die früheren. Faſt immer zeigt er die
Reaction auf Mangan.

Eiſenkies giebt im Kalten ein ſtarkes Sublimat von Schwefel,
in der offenen Glasröhre ſchweflige Säure; auf der Kohle brennt der
Schwefel mit blauer Flamme ab und der Rückſtand ſchmilzt zur magne-
tiſchen Kugel. Mit Soda ſchmilzt er zu einer ſchwarzen Maſſe, welche
die Schwefelreaction zeigt. Von Salzſäure wird er nicht angegriffen;
Salpeterſäure ſcheidet den Schwefel ab und löſt Eiſenoxyd. Im Uebri-
gen zeigt er die Eiſen- und bisweilen auch Arſenik-Reaction.

Magnetkies unterſcheidet ſich von dem vorigen nur dadurch, daß
er ſich in Salzſäure unter Entwickelung von Schwefelwaſſerſtoff und Ab-
ſcheidung von Schwefel auflöſt.

Es mag hier auch noch das Verhalten des Chromeiſenſteins
angeführt werden: Derſelbe zeigt ſich im Kolben, in der Glasröhre und
auf der Kohle unverändert. In der Platinzange oder dem Platindraht
ſchmilzt er nur ſchwer an den Kanten und wird magnetiſch. In der
Borax- und der Phosphorſalzperle löſt er ſich langſam und zeigt die
Chromreaction. Auf Platinblech mit Soda und Salpeter geſchmolzen
giebt er eine gelbe Maſſe, welche ſich in bekannter Weiſe auf naſſem
Weg als chromſaures Kali zu erkennen giebt.

Endlich die Löſung der letzten Aufgaben und einige neue:

1) 2 Pfund 1,9 Loth Zink
3 „ 20,74 „ Schwefelſäure.

Da das Blei nicht angegriffen wird, ſo kommt es hier nur in ſo fern in Betracht, als es das Aequivalent des Zinks erhöht; daſſelbe gilt vom Waſſergehalt der Schwefelſäure, deren Aequivalent dadurch auf 61,25 gebracht wird.

2) 3 : 2.

Wie viel Kochſalz und wie viel Schwefelſäure iſt erforderlich, um 1 Ctr. Salzſäure von 28 % Säuregehalt zu erzielen, wenn das Kochſalz 3 % ſchwefelſaure Magneſia, die Schwefelſäure 4 % überſchüſſiges Waſſer enthält?

Aufl. Nachdem die Menge der darzuſtellenden waſſerfreien Säure gefunden worden, kannſt du auf zweierlei Weiſe verfahren: Entweder ſuchſt du die dazu nothwendige Menge reinen Kochſalzes und reiner Schwefelſäure, und hierauf diejenige Menge unreiner Subſtanzen, worin die ſo gefundenen enthalten ſind (da 97 reines Kochſalz in 100 unreinem und 96 Schwefelſäurehydrat in 100 des in Rede ſtehenden enthalten ſind); oder: du ſuchſt die Aequivalente der unreinen Subſtanzen. Du wirſt dasjenige des Kochſalzes zu 60,31, das der Schwefelſäure zu 51,04 finden. Mit dieſen Zahlen haſt du nun zu rechnen, wie ſonſt mit den Aequivalenten reiner Stoffe. Ich ſende dir nächſtens die Antwort.

Wie viel % ſeines Gewichtes an Eiſen liefert ein Erz, welches aus Spatheiſenſtein und 25 % fremden Geſteinen beſteht und wenn man durchſchnittlich einen Abgang von 5 % des eigentlich zu erzielenden Eiſens rechnet?

---

82. Brief.

gan. Reaction der Manganerze. — Antimon. Prüfung des käuflichen Antimons; Darstellung des en Metalls. — Blei. Ausscheidung des Silbers aus dem Werkblei. Prüfung des Bleis; Kennzeichen der Bleierze. — Antworten.

Da das Mangan im Großen nicht gewonnen wird, so lasse ich, t Uebergehung seiner Darstellung, der Vollständigkeit wegen nur das rzeichniß und das Verhalten der wichtigsten seiner Erze folgen; die i ersten finden alle mehr oder weniger Anwendung zur Darstellung s Chlors; meistens kommen Gemische von mehreren von ihnen zum ebrauche.

Die Reactionen der Manganoxyde habe ich S. 414 angegeben. elbst wenn andere stark färbende Oxyde zugegen sind, bleibt das Verlten zu Soda und Salpeter unverdeckt, während dann häufig die Farbe r Boraxperle nicht mehr zu erkennen ist.

Pyrolusit (Mangansuperoxyd) giebt im Kolben meistens etwas asser aus; bei stärkerem Erhitzen entweicht Sauerstoff. Mit Soda det er eine schlackige Masse.

In Salzsäure ist er unter Chlorentwickelung leicht löslich und gt im Uebrigen die Manganreaction.

Manganit (Braunmanganerz Mn_2O_3, HO) giebt im Kolben viel asser und keinen Sauerstoff, verhält sich übrigens wie der vorige.

Hausmannit verhält sich eben so.

Manganspath (MnO, CO_2) giebt im Kolben wenig Wasser, entckelt mit Säuren Kohlensäure, reagirt nach starkem Erhitzen auf Kohle n beigemengtem Kalk alkalisch, und zeigt übrigens die Mangan- und e Eisenreaction.

Manganglanz (MnS) bleibt im Kolben unverändert, giebt in r Röhre schweflige Säure, indem er sich graugrün färbt. röstet sich f Kohle langsam zu Oxyd und zeigt dann die [illegible]. In

der Phosphorsalzperle löst sich das ungeröstete Erz unter Aufwallen auf mit Detonationen, welche von entwickeltem Schwefelphosphor herrühren. Mit Soda giebt er eine schlackige Masse, welche die Schwefelreaction gibt.

Um aus dem Schwefelantimon das

Antimon

zu erhalten, werden zwei Wege eingeschlagen:

1) Man zersetzt dasselbe durch Eisen, welches man in Gestalt von Schmiedeeisenabfällen mit dem Schwefelantimon in Tiegeln oder auf der Sohle kleiner Flammöfen zusammenschmilzt. Die geschmolzene Masse trennt sich nach dem Erkalten in zwei Schichten: die untere besteht aus dem metallischen Antimon, die obere aus dem leichtflüssigen und leichteren Schwefeleisen, dem häufig noch Körnchen von Metall beigemischt sind, die man durch Pochen mechanisch trennen kann. Das so erhaltene Antimon ist jedoch stets stark von Eisen verunreinigt.

2) Man röstet das Schwefelantimon in Flammöfen mit viel Sauerstoff enthaltender Flamme. Es bildet sich unter heftigem Sinter ein Gemenge von antimoniger Säure, Antimonoxyd und unzersetztem Schwefelantimon, welches nach dem Erkalten gepulvert und mit Kohle vermischt wird, die zuvor mit Sodalösung getränkt worden ist. Das Ganze wird dann in geschlossenen Tiegeln einer starken Hitze ausgesetzt, wobei das oxydirte Antimon durch die Kohle reducirt und auch aus einem Theil des Schwefelantimons das Metall in Folge der Gegenwart der Soda abgeschieden wird. Man erhält so einen Metallregulus und eine alkalische Schlacke, welche noch Oxyd und unverändertes Schwefelmetall enthält und zu verschiedenen Antimonpräparaten weiter benutzt werden kann.

Das im Handel vorkommende Antimon enthält stets mehr oder weniger fremde Metalle beigemischt; es sind namentlich folgende: Blei, Wismuth, Kupfer, Arsen, Eisen, Zinn; auch findet sich bisweilen darin Schwefel (als Schwefelantimon).

Sie lassen sich am einfachsten, wie folgt, in dem Antimon nachweisen: Ein starker Eisengehalt zeigt sich schon an der Schwerschmelzbarkeit des Metalls vor dem Löthrohr; ein Arsengehalt giebt sich dabei durch den Geruch zu erkennen; ferner muß sich das Metall vollständig verbrennen lassen, ohne daß zuletzt ein gelber Beschlag entsteht (Blei, Wismuth). Zur weiteren Prüfung behandelt man das gepulverte Metall mit Salpetersäure und kocht das erhaltene Oxyd mit Wasser aus. In der so entstehenden Lösung weist man Blei und Kupfer

durch Schwefelwasserstoff, ersteres ferner durch Schwefelsäure, letzteres durch Ammoniaküberschuß nach. Man prüft nach dem Abfiltriren des Niederschlags, welcher durch längeres Hindurchleiten von Schwefelwasserstoff entsteht, die Lösung mittelst Blutlaugensalz auf Eisen. Das durch Behandeln mit Salpetersäure entstehende weiße Pulver muß in Weinsäure völlig löslich sein; ein Rückstand, welcher beim Reduciren auf Kohle ein dehnbares Metallkorn liefert, deutet auf Zinn. Auf Schwefel prüft man die durch Königswasser (welches das Metall vollständig lösen muß) erhaltene Lösung durch Versetzen mit Chlorbaryum, indem dadurch die gebildete Schwefelsäure gefällt wird.

Wismuth wird endlich auch noch in der durch Salpetersäure etwa veranlaßten Lösung durch Wasserzusatz erkannt.

Reines Antimon kann auf sehr verschiedene Weise erhalten werden; u. A. durch Erhitzen des Brechweinsteins zur Verkohlung und Zusatz von Salpeter zur Verbrennung der Kohle; etwa bei dem Antimon zurückbleibendes Kalium läßt sich durch Wasser entfernen. Auch durch wiederholtes Schmelzen des käuflichen Metalls mit Schwefelantimon und zuletzt mit kohlensaurem Natron und etwas Salpeter erhält man reines Antimon, indem die fremden Metalle als Schwefelverbindungen oder Oxyde in die Schlacke gehen. Die Kennzeichen des einzigen Antimonerzes, des Schwefelantimons, s. o. S. 517.

Das

Blei

findet sich in der Natur als Schwefelblei (Bleiglanz), kohlensaures Bleioxyd (Bleispath, Weißbleierz), chromsaures Bleioxyd (Gelbbleierz), phosphorsaures Bleioxyd, Selenblei und in mehreren anderen Erzen, wovon jedoch nur die beiden ersteren eine hüttenmännische Anwendung erleiden.

Die Gewinnung des Bleis aus dem kohlensauren Bleioxyd ist sehr einfach: sie besteht in einer Reduction desselben mit Kohle unter den erforderlichen Zusätzen zur Verschlackung der fremden Gesteine, in eigenen kleinen Oefen, die den Zinnöfen nicht unähnlich sind.

Die Gewinnung des Bleies aus dem Bleiglanz ist zweierlei Art:

Nach der einen schmilzt man das Erz eben so wie das Schwefelantimon mit Eisen (und den nöthigen Schlackenzuschlägen), um dadurch Schwefeleisen und metallisches Blei zu erhalten. Diese Arbeit, die *„Niederschlagsarbeit“* wird entweder in Schacht- oder Flammöfen,

oder auch in eigens construirten, niedrigen, sogenannten schottischen Oefen ausgeführt. Die ersteren setzt man meist mit einem Systeme von gemauerten Kammern in Verbindung, worin das fein gepulverte Erz, welches während des Processes mit fortgerissen wird, zurückgehalten und gesammelt werden kann, was namentlich bei silberhaltigen Erzen von Wichtigkeit ist.

Die andere beruht auf der schon früher (S. 345) angedeuteten Zersetzung des Schwefelbleies mit Bleioxyd:

$$PbS + 2PbO = 3Pb + SO_2,$$

so wie des schwefelsauren Bleioxyds und des Schwefelbleies

$$PbO, SO_3 + PbS = 2Pb + 2SO_2.$$

Beim Rösten verwandelt sich das Schwefelblei in schwefelsaures Bleioxyd und Bleioxyd, indem eine dem letzteren entsprechende Menge schweflige Säure entweicht. Könnte man nun den Röstproceß so leiten und zu einem solchen Zeitpunkt unterbrechen, daß die richtige Menge Schwefelblei unverändert bliebe, so würde bei einem darauf folgenden Schmelzen des Produktes das Schwefelblei auf das schwefelsaure Bleioxyd und das Bleioxyd auf einen anderen Theil des Schwefelbleis in der bezeichneten Art einwirken und nichts als Blei und schweflige Säure erhalten werden.

In der Praxis ist dies aber nicht möglich: entweder bleibt Schwefelblei oder Bleioxyd im Ueberschuß; letzteres wird zum Theil von dem Brennmaterial reducirt, zum Theil von den vorhandenen Silicaten während der Schlackenbildung aufgenommen. Ueberschüssiges Schwefelblei nöthigt zur Wiederholung des Processes.

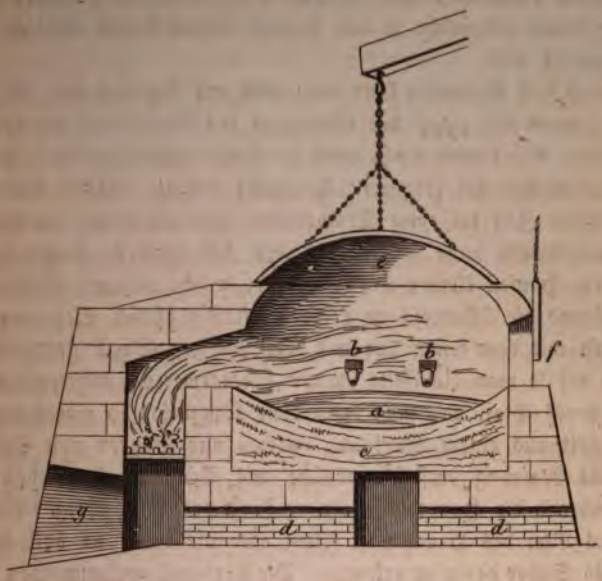
Das Rösten des Bleiglanzes geschieht theils in Stadeln, theils in Flammöfen, das Glühen des erhaltenen Produktes entweder in niedrigen Schachtöfen (ebenfalls dem Fig. 149 gezeichneten Zinnofen sehr ähnlich), oder in Flammöfen. Letztere sind aber dann von dem zum Rösten gebräuchlichen theils durch die etwas abgeänderte Construction, theils durch die Art der Heizung unterschieden, indem eine oxydirende Flamme hier durchaus vermieden werden muß, während sie bei jenen Hauptsache ist.

Die Producte aller dieser Operationen sind metallisches Blei, Schlacke und ein sogenannter Bleistein. Letzterer enthält das unveränderte Schwefelblei und wird wie das Erz selbst weiter verhüttet. Aus den bleioxydhaltigen Schlacken kann man unter Zusatz von Kalk und Kohle bisweilen einen Theil des Metalls gewinnen, aber der größere Theil geht verloren, weshalb die ganze Arbeit so geleitet werden muß, daß möglichst wenig Bleioxyd zur Schlacke kommt.

Das erhaltene Blei enthält häufig solche Mengen Silber, daß es der Mühe lohnt, dasselbe durch eine eigene Operation zu gewinnen; es heißt alsdann Werkblei. Man erhält daraus Silber durch Abtreiben,

eine Operation, die ich dir nicht weiter zu erklären brauche, da du sie schon selbst ausgeführt hast. Ich zeichne dir hier

Fig. 154.



den Durchschnitt eines dazu gebräuchlichen Ofens: Du erkennst fast ohne Beschreibung die Haupttheile desselben: das Feuer, das durch dasselbe auf einem abgesonderten Heerde, dem Treibheerde e, erhitzte Metall a und die Mundstücke b, b der beiden Formen oder Gebläse, welche den zur Oxydation erforderlichen Sauerstoff liefern. Du siehst, daß der Heerd mit einem Deckel oder einer Kuppel c bedeckt ist, welche sich durch einen Krahnen leicht entfernen läßt und daß er seitwärts eine Arbeitsöffnung f hat, um das Blei einzutragen und das erhaltene Silber zu entfernen; außerdem befindet sich noch ein Abzugskanal für die Glätte am Heerde, die sogenannte Glättgasse. Das Gewölbe g führt unter den Rost und zum Aschenfall, die Kanäle d, d dienen zum Austrocknen des Ofens.

Das auf dem Heerde geschmolzene Blei überzieht sich mit einer Oxydschichte, welche durch die Glättgasse, die den Formen gegenüber liegt, abgetrieben wird, zum Theil aber auch in die Heerdmasse eindringt, und so lange sich erneuert, bis die letzte Menge Blei oxydirt und das reine Silber mit metallischem Glanze (Silberblick) übrigbleibt. Auf dem großen Treibheerde pflegt man nicht bis zur völligen Entfernung des Bleies zu treiben, sondern unter Zusatz weiterer Mengen Werkbleies eine sehr silberreiche Legirung herzustellen, die man dann auf kleinen

Heerden unter Verwendung von Holzkohlenfeuer völlig abgetrieben (Abtreiben).

Die erhaltene Glätte wird entweder einem Reductionsprocesse unterworfen (gefrischt) und so das Blei (Frischblei) wieder erhalten, oder sie kommt als solche in den Handel, indem davon vielfach Anwendung gemacht wird.

Durch das Abtreiben kann man noch mit Vortheil das Silber gewinnen, wenn es $\frac{1}{2500}$ des Gewichtes des Werkbleies beträgt. Noch silberärmere Bleisorten macht man durch ein eigenthümliches Verfahren zu Gute, welches auf folgender Thatsache beruht. Wenn silberhaltiges Blei längere Zeit bei einer Temperatur erhalten wird, welche seinem Erstarrungspunkte nahe liegt, so scheiden sich daraus, namentlich beim Umrühren, Haufen kleiner Krystalle aus, welche weniger Silber enthalten, während die silberreichere Legirung flüssig bleibt. Setzt man dieses Verfahren mit dem festen und mit dem flüssigen Theil getrennt weiter fort, so erhält man einerseits immer silberärmeres, andererseits immer silberreicheres Blei, und man kann diese Operation so einrichten, daß in kurzer Zeit aus einem Werkblei, welches nur Spuren von Silber enthält, eine Legirung entsteht, welche mit Vortheil abgetrieben werden kann, während die Hauptmasse als verkäufliches Blei übrig bleibt.

Das Blei des Handels ist selten oder nie rein; du hast schon gelernt, das Silber darin zu erkennen. Die übrigens vorkommenden Metalle sind vorzüglich Kupfer und Eisen. Du wirst sie leicht in einer oder der anderen Bleisorte folgendermaßen nachweisen können: die durch Behandeln mit Salpetersäure erhaltene Lösung (etwa vorhandenes Zinn und Antimon bleiben dabei im Rückstande) wird mit Schwefelsäure vollständig ausgefällt (so daß in der abfiltrirten Lösung auf einen weiteren Zusatz von Schwefelsäure kein Niederschlag mehr erfolgt) und die klare Lösung zur Verjagung der Säure eingedampft. Bleibt dabei ein Rückstand, so lassen sich in dessen Lösung im Wasser die übrigen Metalle in derselben Weise wie früher angeführt (mittelst Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Blutlaugensalz) nachweisen. Chemisch reines Blei, wie es zu manchen analytischen Zwecken gebraucht wird, erhält man am einfachsten durch Zersetzung von gut gereinigtem Bleizucker mittelst Zink, Auswaschen des erhaltenen Bleibaums mit Salzsäure und Zusammenschmelzen des reinen Productes. Auch durch Reduction mittelst Kohle des durch Glühen von reinem salpetersaurem Bleioxyd erhaltenen Bleioxyds kann man reines Blei darstellen.

Die Eigenschaften der wichtigsten Bleierze sind folgende:

Bleiglanz zerspringt im Kolben und giebt etwas Schwefel ab; in der offenen Glasröhre entweicht schweflige Säure, auf der Kohle schmilzt er und wird zu einer Bleikugel reducirt, während sich der gelbe

Bleibeschlag bildet; dieser zeigt gegen die Borax- und Phosphorsalzperle die Bleireaction. Mit Soda und Cyankalium wird der Bleiglanz leicht reducirt; die geschmolzene Schlacke zeigt Schwefelreaction. Von concentrirter Salpetersäure wird er unter Ausscheidung von Schwefel gelöst. Die Lösung giebt die Bleireaction.

Selenblei (PbSe). In der offenen Glasröhre zeigt sich ein Sublimat von Selen, welches in der dickeren Schicht grau, in der dünneren roth erscheint, wobei sich der Geruch nach Selen (ähnlich verfaultem Rettig) bemerklich macht. Letzteres zeigt sich noch stärker beim Erhitzen des Minerals auf Kohle, wobei sich die Flamme blau färbt. In der Reductionsflamme schmilzt es theilweise, beschlägt die Kohle mit Selen und Bleioxyd, indeß nach einiger Zeit eine schwarze unschmelzbare Masse zurückbleibt. Diese giebt in der Boraxperle die Eisen- und bisweilen die Kupfer- und Kobaltreaction. Mit Soda liefert das Selenblei eine dehnbare Metallkugel, während die Schlacke gegen Silber sich den schwefelhaltigen ähnlich verhält. Von Salpetersäure wird das Selenblei unter Abscheidung des (röthlichen) Selens angegriffen.

Mennige. Zeigt die bekannten Reactionen.

Weißbleierz. Im Glaskolben zerspringt es, giebt Kohlensäure ab, wird gelb und schmilzt; auf der Kohle wird es leicht reducirt und zeigt im Uebrigen die Bleireactionen. In Salpetersäure ist es unter Kohlensäureentwickelung leicht löslich.

Vitriolbleierz (PbO, SO_3). Verknistert unter Abgabe von wenig Wasser im Kolben, schmilzt in der Oxydationsflamme auf Kohle zu einer klaren Perle, die beim Erkalten undurchsichtig wird. In der Reductionsflamme wird es leicht und unter Brausen reducirt, während sich der Bleibeschlag zeigt. Eben so durch Soda, wobei die Schlacke die Schwefelreaction giebt. Im Uebrigen zeigt es die Bleireaction; in Säuren ist es unlöslich.

Rothbleierz (PbO, CrO_3). Zerspringt heftig im Glaskolben und wird dunkler. Auf der Kohle schmilzt und verpufft es, unter Bildung von Chromoxyd, metallischem Blei und einem Bleibeschlag. In der Borax- und der Phosphorsalzperle löst es sich auf und färbt dieselbe gelb, nach dem Erkalten grün. Mit Soda giebt es auf Platinblech chromsaures Natron, auf Kohle ein Metallkorn.

Gelbbleierz (PbO, MoO_3). Auf Kohle schmilzt es und geht theilweise hinein, unter Zurücklassung einer metallischen Kugel. Mit Soda wird es zu Blei reducirt. Von der Boraxperle wird es zu einem gelben Glase aufgelöst, das bei größerem Zusatz dunkelroth erscheint. In der Reductionsflamme wird das Glas braun und undurchsichtig. Die Phosphorsalzperle färbt sich im Reductionsfeuer dunkelgrün. Mit saurem

schwefelsaurem Kali auf Platinablech geschmolzen giebt es eine g Masse, die in Wasser gelöst durch Zink blau gefärbt wird.

Auflösung der Aufgaben im letzten Briefe:

1) 50,80 Pfund Kochsalz,
   43,07 „ Schwefelsäure.
2) 43,41 %.

---

83. Brief.

Kupfer. Unterſuchung des Kupfers und der Kupferlegirungen. — Darſtellung des reinen Metalls. Gewinnung des Silbers aus dem ſilberhaltigen Kupfer. Kennzeichen der Kupfererze. — Aufgaben.

Von den Erzen, aus welchen das

Kupfer

hüttenmänniſch gewonnen wird, ſind die bemerkenswertheſten: das gediegene Kupfer, der Kupferglanz (Cu_2S), der Kupferkies (Cu_2S, Fe_2S_3), das Buntkupfererz ($3\,Cu_2S, Fe_2S_3$), das Rothkupfererz (Cu_2O), der Malachit ($CuO, CO_2 + CuO, HO$), die Kupferlaſur ($2\,CuO, CO_2 + CuO, HO$). Dieſelben zerfallen in oxydhaltige und in ſchwefelhaltige. Zu letzteren gehören noch die Fahlerze, Gemenge von Schwefelverbindungen des Kupfers, Eiſens, Silbers, Antimons und Arſens; von ihrer Zugutmachung werde ich beim Silber ſprechen.

Die oxydhaltigen Kupfererze (und das ſelten vorkommende gediegene Kupfer) werden in kleinen Schachtöfen mit Kohle einem Reductionsproceß unterworfen. Die Schwefelkupfer enthaltenden Erze bedürfen dagegen eines viel umſtändlicheren Verfahrens, welches an manchen Orten ſehr abgeändert erſcheint, und deſſen Grundzüge folgende ſind.

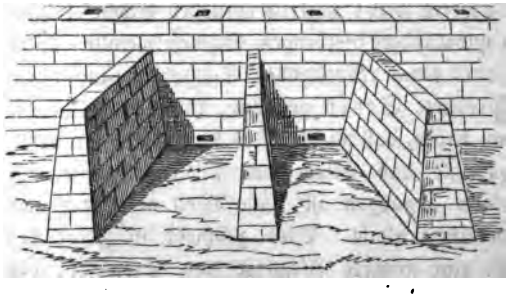
Die Erze, welche ſtets Eiſen enthalten und nur einen geringen, ſelten 6 % überſteigenden Kupfergehalt führen, werden zuerſt einer ſorgfältigen Röſtung unterworfen, wobei ſchweflige Säure entweicht und ein Theil des Kupfers oxydirt wird; zugleich entſtehen Schwefelſäureſalze und Eiſenoxyd neben unverändert bleibendem Schwefelmetalle. Wird das ſo erhaltene Röſtproduct einer reducirenden Schmelzung unterworfen, ſo erhält man ein Product, Stein genannt, in welchem ſich die Beſtandtheile ſo umgetauſcht haben, daß wieder alles Kupfer als Schwefelkupfer vorhanden iſt, während das Eiſen zum Theil als Eiſenoxyd größtentheils in die Schlacke gegangen iſt, zum Theil aber auch noch mit dem Schwefelkupfer vereinigt bleibt. Dies geſchieht in Folge des Umſtandes, daß das Kupfer eine größere Affinität zum Schwefel, das

Eisen eine größere zum Sauerstoff hat, weshalb das Eisen sich oxydirt und das Kupfer als Schwefelkupfer zurückbleibt. Wiederholt man den Röstproceß abermals und schmilzt das Product unter den erforderlichen Zuschlägen wieder zusammen, so wiederholt sich derselbe Vorgang und man erhält einen kupferreicheren Stein, während wieder mehr Eisenoxyd in die Schlacke geht. Durch mehrmalige Wiederholung dieser abwechselnden Oxydation und Reduction wird endlich so viel Schwefel oxydirt, daß das gebildete Kupferoxyd sich nicht mehr in Schwefelkupfer verwandeln kann, sondern neben Eisenoxyd in den Stein gelangt, und also bei der folgenden Reduction metallisch sich abscheidet. Auf diese Weise wird das Kupfer allmälig zu Metall reducirt, während man das Eisen in die Schlacke bringt; da jedoch eine gewisse Menge Erz nicht bis zu Ende aufgearbeitet, sondern stets mit neuen Mengen und mit Producten anderer Röstungen in verschiedenen Stadien des Processes gemischt worden, so giebt es Erztheile, die diesen abwechselnden Oxydations- und Reductions-Proceß wohl 18—24 mal durchmachen und daher eine Zeit von mehreren Jahren brauchen, ehe ihr Kupfergehalt gewonnen wird.

In neuerer Zeit ist es gelungen, diesen höchst schwierigen und langsamen Weg, das Kupfer zu gewinnen, dadurch abzukürzen und zu vereinfachen, daß man den zuerst erhaltenen Kupferstein, welcher wesentlich die von fremden Beimengungen befreiten Schwefelmetalle enthält, so vollständig zu rösten gelernt hat, daß alles Kupfer zu Kupferoxyd und schwefelsaurem Kupferoxyd ($Cu_2S + 5\,O = CuO + CuO, SO_3$) umgewandelt wird, woraus man dann leicht das Kupfer erhalten kann. Entweder nämlich laugt man dieses Röstproduct mit Wasser und Schwefelsäure aus, oder man wendet nur Wasser an und reducirt den Rückstand im Schachtofen mit Kohle. Den in beiden Fällen gewonnenen Kupfervitriol fällt man mit Eisen aus, wodurch man das Kupfer als feines Pulver — Cämentkupfer — erhält, welches nun weiter gereinigt werden muß, weil es eisen- und eisenoxydhaltig ist.

Die Art der Ausführung der genannten Operation ist einfach: das Rösten geschieht in Deutschland meist in Stadeln, wie sie beistehende Figur zeigt, wobei in der Hinterwand senkrechte Oeffnungen angebracht sind, die für das Brennmaterial als Zuglöcher wirken. Das reducirende Schmelzen geschieht in cylindrischen Oefen, den Zinnöfen ähnlich, vor welchen sich zwei schalen-

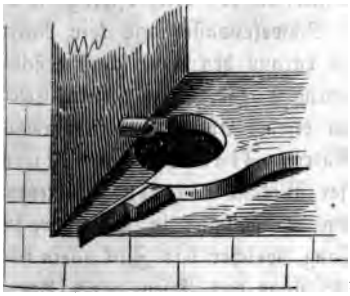
Fig. 155.



förmige Vertiefungen zum Abſtechen des Productes befinden. In England werden die entſprechenden Operationen zumeiſt in Flammöfen durchgeführt, in welchen man die Verbrennung nach den jedesmaligen Zwecken abändert.

Das Product der letzten Schmelzung, das Schwarzkupfer, iſt noch nicht zu allen Zwecken verwendbar, zu denen das Kupfer benutzt wird; es enthält noch bedeutende Mengen Schwefel, Eiſen, Antimon und andere Metalle. Hiervon muß es befreit — gargemacht — werden. Dieſes Garmachen beſteht in einer Oxydation, welche dieſelben zwar entfernt, wobei aber zugleich eine gewiſſe Menge Kupferoxydul in das Metall kommt, welche um ſo größer iſt, je länger die Oxydation gedauert hat, je mehr fremde Beſtandtheile alſo entfernt werden mußten. Das Garmachen wird in runden Gruben (Fig. 156) vorgenommen, worin das Kupfer geſchmolzen wird, um durch die darüber ſtehende Form einen Luftſtrom zuzuleiten. Durch die eiſerne Platte an der vorderen Seite wird anfangs das Brennmaterial zuſammengehalten; ſpäter kann man durch den entſprechenden Kanal die Schlacken entfernen.

Fig. 156.



Du ſiehſt, daß dieſe Reinigung des Kupfers auf der Eigenthümlichkeit beruht, daß alle begleitenden Subſtanzen ſich eher oxydiren, als das Kupfer, weshalb dieſes am längſten unangegriffen bleibt.

Selten kann das Garmachen bis zu Ende fortgeführt werden, ohne daß ein zu großer Verluſt an Kupfer ſtattfindet. Es bleiben demnach Antheile der fremden Metalle zurück, welche ſehr ſchädlich auf die Eigenſchaften des Kupfers wirken. Zinn, Wismuth und Zink machen das Kupfer rothbrüchig, Blei verändert ſchon bei 0,1 % die Dehnbarkeit und Geſchmeidigkeit in hohem Grade. Auch Arſen und Antimon machen es ſpröde.

Daher pflegt man das Garmachen eher etwas weiter zu treiben, als nothwendig und das dabei ſich bildende Kupferoxydul wieder durch eine Reduction zu entfernen. Dieſe Operation, das Hammergarmachen, wird in ähnlichen Oefen wie das Garmachen ausgeführt, nur ſorgt man für eine gehörige Bedeckung und Berührung aller Theile mit Kohle. Der Moment, wo das Schmelzen unterbrochen werden muß, iſt hierbei ſehr wichtig und ihn zu treffen lediglich von der Geſchicklichkeit des Arbeiters abhängig. Bei zu langem Schmelzen bildet ſich wieder Oxydul und das Kupfer verliert entſprechend an Geſchmeidigkeit.

Das noch nicht hammergare Kupfer kommt als Roſettenkupfer in runden Scheiben mit unregelmäßiger, rauher Oberfläche in den Handel. Man erhält ſie, indem man das geſchmolzene Kupfer durch aufgegoſſenes Waſſer bis auf eine geringe Tiefe zur Erſtarrung bringt und die entſtehende Scheibe abhebt.

Die darin vorkommenden Metalle wirſt du an einem leicht zu erhaltenden Stücke nach folgender Methode erkennen können, welche zugleich bei der Unterſuchung von künſtlich dargeſtellten Kupferlegirungen angewandt werden kann: Man behandelt das zerkleinerte Metallſtück mit erwärmter reiner Salpeterſäure. Dabei bleibt Zinnoxyd zurück, während die übrigen Metalle in Löſung kommen. Wenn die Einwirkung aufgehört hat, verdünnt man mit Waſſer und fügt zur klaren Löſung Schwefelſäure; dadurch wird das Blei ausgefällt; man filtrirt ab und leitet durch die klare Löſung Schwefelwaſſerſtoff, wodurch das Kupfer abgeſchieden wird. Wenn nach dem Abfiltriren des Niederſchlags in der Löſung durch weiteres Einleiten des Schwefelwaſſerſtoffs kein Niederſchlag mehr erzeugt wird, entfernt man daraus den Ueberſchuß deſſelben durch Erhitzen, verwandelt das vorhandene Eiſenoxydulſalz durch Chlorwaſſer (oder durch Hindurchleiten von etwas Chlor) in Eiſenoxydſalz und ſchlägt dann durch kohlenſaures Natron Zinkoxyd und Eiſenoxyd nieder. Um die Anweſenheit dieſer Metalle einzeln zu erkennen, löſt man dieſen Niederſchlag nach dem Auswaſchen in Eſſigſäure und leitet Schwefelwaſſerſtoff durch die Löſung, welcher das Zink allein fällt, worauf nach dem Abfiltriren des Niederſchlags das Eiſen durch Ammoniak und Schwefelammonium, oder auch durch Blutlaugenſalz nachgewieſen wird.

Hat man zugleich auf Nickel Rückſicht zu nehmen (Neuſilber u.ſ.w.), ſo erhitzt man den Niederſchlag durch kohlenſaures Natron, nachdem er geglüht worden, in einem Strom von Waſſerſtoffgas, wodurch das Metall reducirt wird, während das Zinkoxyd unverändert bleibt. Uebergießt man nun das Gemenge von Zinkoxyd und Nickel mit kohlenſaurem Ammon, ſo wird beim Erwärmen das Zinkoxyd aufgelöſt und das Nickel rein erhalten. Beim Glühen der ammoniakaliſchen Löſung bleibt das Zinkoxyd zurück.

Ich rathe dir, dieſe Methoden der Prüfung zwar mit Aufmerkſamkeit zu ſtudiren, die Ausführung einer ſolchen Unterſuchung aber erſt ſpäter vorzunehmen, wenn dir andere leichtere analytiſche Arbeiten in dieſen Dingen mehr Sicherheit und Gewandtheit gegeben haben. Ich werde dich ſeiner Zeit noch einmal darauf aufmerkſam machen.

Das im Handel vorkommende dünn ausgewalzte Kupfer iſt in der Regel ſehr rein, da das Vorhandenſein fremder Metalle die Dehnbarkeit ſtark beeinträchtigt.

Um vollkommen reines Kupfer zu erhalten, muß man zunächst aus ner Lösung die übrigen Metalle entfernen, dann das Oxyd ausfällen d durch Wasserstoff reduciren; auch kann man das gewöhnliche Kupfer Schwefelsäure lösen, die Lösung verdünnen (wodurch sich schwefelsaures leioxyd abscheidet), aus der klaren Lösung das Metall durch möglichst ines Zink oder Eisen fällen und das erhaltene Pulver unter einer ecke von Borax umschmelzen.

Enthalten die Kupfererze Silber, so schmilzt man das auf die ie oder andere Weise ausgebrachte Metall mit Blei (bei einem hohen ehalte auch mit Kupfer) zusammen und setzt die erhaltene Legirung ier nicht bis zur Schmelzhitze des Ganzen gesteigerten Temperatur s. Hierbei fließt das Silber mit dem Blei verbunden aus und kann nn durch Abtreiben davon geschieden werden.

Diese Operation, das „Aussaigern", muß mehrmals wiederholt rden, wodurch eine Reihe von Zwischenproducten gewonnen wird, die jedes sich bearbeitet werden müssen und einen Verlust an allen drei Me- len bedingen. Auch bleibt eine gewisse Menge Blei beim Kupfer, lche sich nicht entfernen läßt und das Kupfer schlechter macht.

Zur Ausführung des Saigerns wird das Metallgemisch in Scheiben gossen; diese stellt man aufrecht auf zwei gegen einander geneigten senplatten auf, welche eine Spalte zwischen sich lassen. Hierauf wird Erhitzung durch untergelegtes Feuer und aufgeschichtete Holzkohlen wirkt. Allmählig schmilzt die Bleilegirung aus und sammelt sich durch ien Kanal in einem Tiegel am Boden des Heerdes. Die zurück- eibende schwammige Kupfermasse unterwirft man in einem anderen fen einer höheren Temperatur und macht es endlich im Garofen gar. as Saigern ist nur ausführbar bei einem Gehalte von 8—20 Loth ilber auf den Centner Kupfer.

Von den Kennzeichen der wichtigsten Kupfererze brauche ich die des diegenen Kupfers und des Rothkupfererzes nicht anzuführen, da sie aus rer Natur ersichtlich sind. Von den übrigen Erzen kannst du dir leicht lgende verschaffen und prüfen:

Kupferglanz. Bleibt im Kolben unverändert, entwickelt in der ffenen Glasröhre schweflige Säure und verwandelt sich bei anhaltendem

ſchwachem Erhitzen in Kupferoxyd. Auf der Kohle ſchmilzt es unter Spritzen und Entwickelung von ſchwefliger Säure zur Kugel; bei anhaltendem Röſten giebt es Kupferoxyd. Das geröſtete Mineral zeigt gegen die Borax- und die Phosphorſalzperle die Kupferreaction. Durch Soda und Cyankalium wird es unter Bildung von Schwefelnatrium zu Metall reducirt.

In heißer Salpeterſäure iſt das Mineral mit grüner Farbe und unter Abſcheidung von Schwefel löslich. Die Löſung wird durch Ammoniak tief blau gefärbt.

Kupferkies und Buntkupfererz zerſpringen im Kolben, zuweilen unter Abgabe von Schwefel, entwickeln in der Glasröhre ſchweflige Säure und verwandeln ſich in Kupferoxyd und Eiſenoxyd. Auf der Kohle ſchmelzen ſie unter Aufwallen zur magnetiſchen Kugel. Die geröſteten Mineralien zeigen gegen Glasflüſſe die Kupferreaction; nach vorheriger Reduction und Entfernung des Kupfers durch Soda aber die Eiſenreaction. Gegen Soda verhalten ſie ſich wie das vorhergehende; die Reduction erfolgt noch leichter unter Zuſatz von Cyankalium. Hat man ein Mineral von ſehr geringem Kupfergehalt, ſo erkennt man in der entſtehenden Maſſe das Kupfer durch Ablöſen von der Kohle, Pulvern und Abſchlämmen mit Waſſer im Mörſer. Es bleiben dann nach mehrmaligem Abſpülen der übrigen Stoffe mit friſchem Waſſer die Kupferflitter, an ihrer gelben Farbe und ihrem Glanze kenntlich, am Boden des Mörſers zurück. In Salzſäure getaucht färben die Mineralien die Flamme vorübergehend blau.

Malachit und Kupferlaſur geben im Kolben unter Schwärzung Waſſer aus, ſchmelzen auf der Kohle zur ſchwarzen Kugel, die ſich leicht reduciren läßt; am Platindraht ſchmelzen ſie, färben die Flamme grün und zeigen im Uebrigen die Kupferreaction. In Salzſäure ſind ſie unter Aufbrauſen leicht löslich; die Löſung zeigt die Kupferreaction.

Die Fahlerze verhalten ſich ihrer verſchiedenen Zuſammenſetzung entſprechend verſchieden. Im Kolben geben ſie Sublimate von Schwefelantimon, Schwefelqueckſilber oder Schwefelarſen, in der Glasröhre entwickeln ſie Antimonrauch, arſenige oder ſchweflige Säure, bisweilen ein Sublimat von Queckſilber. Auf Kohle entwickeln ſie Antimonrauch und Arſengeruch, bisweilen auch Zinkoxydbeſchlag (der nicht flüchtig iſt) und ſchmelzen zur Kugel. Dieſe giebt nach dem Röſten die Kupferreaction und nach der Reduction des Kupfers die Eiſenreaction. Gegen Soda verhalten ſie ſich wie der Kupferkies, das Kupfer mit Blei abgetrieben läßt ein Silberkörnchen zurück, deſſen Gegenwart aber auch durch Auflöſen in Salpeterſäure und Fällen mit Salzſäure nachgewieſen werden kann.

Schließlich einige Aufgaben :

1) Zu welchem Preiſe nach preußiſchem Gelde kann man das Pfund Höllenſtein darſtellen, wenn die 35procentige Säure 3½ Sgr. das Pfund koſtet und die Nebenkoſten durch das erhaltene Kupfer gedeckt ſind? Zum Auflöſen nimmt man preußiſche Thaler, deren 14 genau 16 Loth reines Silber enthalten.

2) Wenn man Jod mit Kali miſcht, ſo erhält man jodſaures Kali und Jodkalium; wenn man das Gemiſch zum Glühen erhitzt, ſo erhält man nur Jodkalium; welches iſt die Formel der beiden Vorgänge? Wie viel Jodkalium erhält man bei Anwendung von 15 Pfund 14,2 Unzen Jod?

3) Wie viel Salpeter mit einem Gehalt von 7,5 % Kochſalz und wieviel Schwefelſäure von einem Gehalt von 8 % fremder Subſtanzen, welche bei der Zerſetzung nicht mitwirken, iſt erforderlich, um 333⅓ Pfund eines Scheidewaſſers darzuſtellen, welches 72 % Waſſer enthält?

Ich mache dich darauf aufmerkſam, daß hier nicht allein Salpeterſäure, ſondern auch Salzſäure entwickelt wird und daß dieſe beiden zuſammen den Säuregehalt des Scheidewaſſers ausmachen.

Wollte man alſo erſt die Menge der reinen Salpeterſäure und hieraus die des erforderlichen Salpeters berechnen, ſo würde man bei Berückſichtigung von deſſen Kochſalzgehalt eine andere als die verlangte Menge der Säure erhalten, weil dieſer bei der Behandlung mit Schwefelſäure nicht, wie andere fremde Stoffe, nur eine größere Menge Material bedingt, ſondern zugleich eine gewiſſe Menge Säure liefert. Man muß daher auf eine andere Weiſe verfahren.

Sucht man zunächſt das Aequivalent des Salpeters oder diejenige Menge des unreinen Stoffs, welche 1 Aeq. reinen Salpeter enthält, ſo iſt es leicht, diejenige Menge waſſerfreie (Salz- und Salpeter-) Säure zu finden, welche von der dadurch ausgedrückten Quantität geliefert wird. Du wirſt finden, daß das Aequivalent dieſer zuſammengeſetzten Säure 59,05 iſt. Da nun die Menge der verlangten waſſerfreien Säure unmittelbar aus der Aufgabe folgt, ſo findet man leicht die erforderliche Menge Salpeter.

Auch läßt ſich noch ein anderer Weg einſchlagen : man berechnet diejenige Menge waſſerfreier (zuſammengeſetzter) Säure, welche aus einer beliebigen Menge, z. B. 100 Theilen, des gegebenen Salpeters frei werden muß und daraus durch einen einfachen Schluß die zur verlangten Menge nothwendige.

Aus dem Aeq. des Salpeters läßt ſich auf die anzuwendende Menge Schwefelſäure nicht direct ſchließen, weil das ſalpeterſaure Kali zwei, das Kochſalz nur ein Aequivalent derſelben erheiſcht. Es müſſen alſo beide Salze und die zu jedem nothwendige Säure beſonders berechnet werden.

4) Wie viel Sauerſtoff erhielt man aus 3,85 Gramm chlorſaurem Kali, wenn daſſelbe 4% Chlorkalium enthält? Wie hoch kommt ein Kubikdecimeter Sauerſtoff zu ſtehen, wenn jenes Material zu 7 Franken das Kilogramm zu haben iſt, und man die Bereitungskoſten zu 11⅓% vom Koſtenpreis anſchlägt?

84. Brief.

Zink. Kennzeichen der Zinkerze. — Kobalt; Smalte. — Nickel. — Silber; verſchiedene Verfahrungsarten. Prüfung der Silberlegirungen; Kennzeichen der Silbererze. — Auflöſungen und Aufgaben.

Die Erze, welche zur Gewinnung des

Zinks

dienen, ſind Galmei (kohlenſaures Zinkoxyd), Kieſelzinkerz (kieſelſaures Zinkoxyd mit Waſſer), Rothzinkerz (Zinkoxyd) und Blende (Schwefelzink). Die Bearbeitung der drei erſteren iſt ſehr einfach, indem ſie, nach vorheriger Auflockerung durch mechaniſche Vorbereitung und durch Röſten, beim Erhitzen mit Kohle ſehr leicht das Metall liefern, welches in eigenen Vorrichtungen abgeſchieden wird, die denen gleichen, mittelſt welchen die Blende verarbeitet wird.

Dieſes Erz, das Schwefelzink, wird einem längeren Proceſſe unterworfen, indem es nur allmählig durch auf einander folgende Oxydation und Reduction ſeinen Metallgehalt abgiebt. Niemals gelingt es, dieſen ganz zu gewinnen, da man das Schwefelzink beim Röſten nur in ein Gemenge von Zinkoxyd und ſchwefelſaurem Zinkoxyd verwandeln kann, welches letztere bei der Reduction wieder Schwefelzink liefert. Dieſes wird entweder dem Proceſſe noch mehrmals unterworfen, oder man verwerthet es nach dem Röſten zur Gewinnung von Zinkvitriol.

Die Abſcheidung des Zinks aus den Erzen, welche daſſelbe durch Reduction liefern, geſchieht wegen der Flüchtigkeit und Verbrennlichkeit deſſelben durch Deſtillation. Dieſe wird in verſchiedenen Gegenden mittelſt verſchiedener Gefäße ausgeführt: In Schleſien benutzt man dazu eine Art Retorten, Muffeln genannt, in Belgien und Kärnthen *horizontale und ſenkrechte* Röhren, in England doppelte Tiegel.

Eine Retorte, wie sie zur Zinkdestillation gebräuchlich ist, zeichne ich dir hier (Fig. 157) im Durchschnitt und (Fig. 158) in der äußeren

Fig. 157.

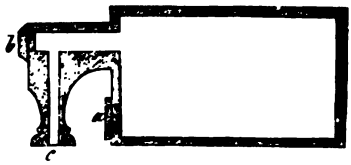
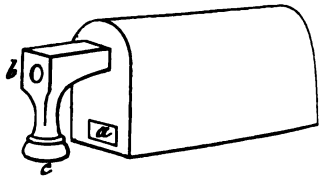


Fig. 158.



Ansicht. Die verschließbaren Oeffnungen b und a dienen, die erste zum Beschicken, die andere zum Entleeren des Gefäßes. Aus der Oeffnung c entweichen während der Operation die Zinkdämpfe, indeß a und b durch Thonplatten verschlossen sind.

Die Retorten stehen zu 3—8 in zwei Reihen auf Bänken an einer gemeinschaftlichen Feuerung, welche sie bis zur Weißgluth erhitzt. Der Hals jeder Retorte ragt in eine verschlossene Kammer, in welcher sich das abdestillirte Zink tropfenweise sammelt, um als Tropfzink gewonnen zu werden.

Die Zinköfen in Belgien haben statt der Retorten eine große Anzahl schräg liegender Röhren, die an ihrer vorderen Oeffnung mit einem aus zwei Stücken bestehenden eisernen Ansatzrohr versehen sind, welches als Condensationsraum wirkt und woraus das flüssige Zink bisweilen entfernt wird.

In England bedient man sich zweier Tiegel, deren oberer auf den unteren umgekehrt aufgekittet ist und als Helm wirkt, während eine den Boden des unteren Tiegels durchbohrende Thonröhre als Ableitungsrohr für das sich verdichtende Zink dient, welches unterhalb des Feuerrostes sich ansammelt. Man nennt diese Einrichtung eine destillatio per descensum.

Das rohe Zink, Werkzink, wird in gußeisernen Kesseln bei mäßiger Hitze geschmolzen und in Formen zu Platten gegossen. (Dadurch wird das Zink eisenhaltig.) Durch Auswalzen des Zinks zwischen erwärmten Walzen erhält man das Zinkblech.

Das käufliche Zink enthält in der Regel Beimengungen von fremden Metallen, wie Eisen, Kupfer, Blei, Kadmium u. s. w. Reines Zink kann man an folgenden Reactionen erkennen:

Das Zink muß mit Salzsäure eine vollkommen klare Lösung geben (Kohle und andere fremde Körper). Die Lösung darf mit Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag bilden (Kadmium, Kupfer, Blei u. s. w.); Schwefelsäure darf keinen Niederschlag geben (Blei); Blutlaugensalz muß einen rein weißen Niederschlag verursachen (blaue Färbung zeigt Eisen, braune Kupfer an); Schwefelammonium muß einen rein weißen

Niederſchlag verurſachen. Im Waſſerſtoffapparat mit reiner Schwefelſäure zuſammengebracht muß das Zink Waſſerſtoff entwickeln, welcher von Arſenwaſſerſtoff vollkommen frei iſt.

Zum Reinigen des Zinks ſchmilzt man daſſelbe unter Zuſatz von Kohle und Schwefel oder unter Umrühren mit einem in Fett oder Schwefel getauchten Holzſtabe, oder man erhitzt gekörntes Zink mit ¼ Salpeter in einem Tiegel bis zur eintretenden Reaction und Schmelzung des Metalls. Doch wird vollkommen reines Zink nur durch Deſtillation von reinem Zinkoxyd mit Kohle erhalten.

Das in dünnes Blech ausgewalzte Zink ſteht in den meiſten Fällen der Reinheit am nächſten und kann in der Regel zu allen chemiſchen Verſuchen als ſolches angewendet werden.

Alle Zinkerze liefern beim Erhitzen mit Soda in der Reductionsflamme den Zinkoxydbeſchlag, welcher in der Hitze gelb, beim Erkalten weiß iſt und mit Kobaltlöſung eine grüne Farbe zeigt. Im Einzelnen zeigen ſie folgende Erſcheinungen:

Zinkblende: Zerſpringt im Kolben, entwickelt in der Glasröhre ſchweflige Säure und wird weiß oder bei Eiſengehalt gelb. Bei Gegenwart von Kadmium iſt der Beſchlag auf Kohle braun. Das geröſtete Mineral zeigt gegen Glasflüſſe die Zinkreaction. Mit Soda erhält man die Zink- und die Schwefelreaction. In Salzſäure und in Salpeterſäure iſt die Blende löslich; mit erſterer entwickelt ſie Schwefelwaſſerſtoff, letztere ſcheidet Schwefel ab.

Das Rothzinkerz zeigt ſeiner Zuſammenſetzung entſprechende Reactionen, meiſt durch die auf Mangan und Eiſen geſtört; auch mittelſt Salpeter und Soda läßt ſich das Mangan nachweiſen.

Das Kieſelzinkerz giebt im Kolben Waſſer und löſt ſich in der Borarperle zum klaren Glaſe; bei Anwendung von Phosphorſalz bleibt Kieſelſäure ungelöſt. Mit Soda allein iſt es unſchmelzbar, bei Zuſatz von Borax ſchmilzt es zu einem Glaſe und zeigt den Zinkbeſchlag. Von Säuren wird es angegriffen, indem ſich die Kieſelſäure in Geſtalt einer Gallerte abſcheidet.

Galmei giebt im Kolben Kohlenſäure, löſt ſich unter ſtarkem Aufbrauſen in Salzſäure und zeigt im Uebrigen die Zink- und bisweilen die Kadmiumreactionen.

Das

Kobalt

wird im metallischen Zustande im Großen nicht dargestellt; seine Erze werden zur Gewinnung der Smalte auf den sogenannten Blaufarbewerken benutzt. Die wichtigsten Kobalterze sind der Speiskobalt (Arsenkobalt mit Nickel und Eisen), der Kobaltglanz (Schwefelkobalt mit Arsenikkobalt) und einige andere. Alle Erze sind mehr oder minder mit anderen, Kupfer und Blei enthaltenden Mineralien gemengt. Man pulvert sie möglichst fein, röstet sie hierauf, um das Kobalt zu oxydiren, Schwefel und Arsenik zu verflüchtigen. Bei starkem Nickelgehalt darf das Arsenik nicht vollständig entfernt werden, damit es mit dem Nickel eine Verbindung bilden kann, welche nicht mit dem Kobalt ins Glas übergeht. Das Arsenik wird hierbei in Gestalt von arseniger Säure als Nebenproduct gewonnen.

Die gerösteten Erze, welche auch als Safflor (S. 456) in den Handel kommen (der zur Darstellung mehrerer blauen Farben dient, auch zur Bereitung von anderen Kobaltpräparaten benutzt werden kann), werden dann mit fein gepulvertem Quarz und mit Pottasche gemischt und in Schmelztiegeln zusammengeschmolzen, das geschmolzene Product ausgeschöpft und in kaltem Wasser abgelöscht. Bei Nickel enthaltenden Erzen bleibt am Boden der Schmelzgefäße das Arseniknickel, die Nickelspeise zurück; sie wird auf Silber und Nickel benutzt. Das abgelöschte Glas wird auf mechanischem Wege aufs Feinste gepulvert und geschlämmt.

Das

Nickel

wird behufs seiner Verwendung zum Neusilber in ziemlich großer Menge metallisch dargestellt. Dazu benutzt man theils die oben erwähnte Nickelspeise, theils natürliche Nickelerze, wie Kupfernickel (Arsenikkickel Ni_2As), Weißnickelkies (Arsenikkickel), Nickelglanz (NiS_2,NiAs), nickelhaltigen Magnetkies und andere nickelhaltige Mineralien, welche aber in der Regel mit einander auf die verschiedenste Art gemischt vorkommen und auf mehrere Metalle zugleich verarbeitet werden. Die Speise wird in der Weise benutzt, daß man sie in Flammöfen röstet und dann einem Reductionsproceß unterwirft. Auch aus den übrigen Erzen erhält man durch Rösten und Reduction unter einem Zusatz von Flußmitteln die Verbindungen der meisten der vorhandenen Metalle. Diese werden in Salzsäure gelöst, Arsenik und Eisen durch Chlorkalk und Kalkmilch

gefällt und die letzten Spuren dieser Substanzen so wie Kupfer durch Schwefelwasserstoff entfernt. Nachdem das Kobalt durch Chlorkalk ausgefällt worden, schlägt man das Nickel mittelst Kalk nieder und reducirt das mit Kohle und Kleister gemengte, zu Würfeln geformte Hydrat in einem Flammofen. Man erhält das Metall in Gestalt von porösen Würfeln. Es enthält stets Eisen und Kupfer, meist auch Kobalt und Arsenik.

Die Prüfung des künstlichen Metalls, sowie die Untersuchung der Kobalt- und Nickelerze vor dem Löthrohr lasse ich hier weg, weil sie zu den schwierigeren Arbeiten des Chemikers gehören und du sie daher nicht wohl würdest ausführen können.

Ich wende mich nun zum

Silber.

Dieses Metall wird außer aus silberhaltigen Blei- und Kupfererzen, deren Zugutmachung ich bereits beschrieben habe, noch aus folgenden Mineralien gewonnen:

Gediegen Silber, Silberhornerz (Chlorsilber), Silberglanz (Schwefelsilber), Rothgüldigerz ($3\,AgS, SbS_3$ und $3\,AgS, AsS_3$), Sprödglaserz ($6AgS, SbS_3$) und verschiedene Fahlerze, deren allgemeinste Formel man etwa schreiben kann:

$$4\begin{Bmatrix}Cu_2S\\AgS\\FeS\\ZnS\end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix}SbS_3\\AsS_3\end{Bmatrix}$$

Dieselben werden, weil sie selten für sich, sondern meist noch außer ihrem eigenen Kupfergehalt mit Kupfer- oder Bleierzen gemengt vorkommen, gewöhnlich auf mehrere Metalle verarbeitet und je nach dem vorherrschenden Gehalte das eine oder das andere zuerst ausgeschieden. Wird zuerst Kupfer dargestellt, so erfolgt die Abscheidung des Silbers durch den Saigerungsproceß, wird zuerst Blei ausgebracht, durch das Abtreiben (s. o.). Wird aber die Darstellung des Silbers als Hauptsache betrachtet, also in der Regel bei der Zugutmachung reinerer Silbererze, so folgt die Scheidung von den begleitenden Metallen, namentlich von Kupfer, durch das Amalgamationsverfahren, oder nach den neueren Extractionsmethoden.

Die Grundprocesse der Amalgamation sind: 1) Verwandlung des Silbers und der Silberverbindungen in Chlorsilber; 2) Zersetzung *des Chlorsilbers; 3)* Trennung des abgeschiedenen metallischen Silbers

durch Auflöſen in Queckſilber und 4) Zerlegung des Amalgams in ſeine Beſtandtheile.

Bei der Amalgamation, wie ſie in Europa ausgeführt wird, und welche den Namen der Freiberg'ſchen trägt, erfolgt die Bildung des Chlorſilbers durch Röſten der Erze mit Kochſalz. Dabei entſtehen aus dem Schwefeleiſen und dem Schwefelkupfer die Schwefelſäureſalze; dieſe zerſetzen ſich mit dem Kochſalze unter Freiwerden von Chlor und ſchwefliger Säure und Bildung von ſchwefelſaurem Natron. Das Chlor tritt dann an das Silber, ſei es, daß daſſelbe frei oder irgend wie gebunden zugegen iſt. Gleichzeitig entweicht Arſen und Antimon in oxydirtem Zuſtande. Das Röſten nimmt man zumeiſt in Flammöfen vor, welche zur Aufſammlung des ſilberhaltigen Flugſtaubes mit Condenſatoren in Verbindung ſtehen.

Die Zerſetzung des erhaltenen Chlorſilbers geſchieht durch Eiſen, welches mit dem Röſtproducte in möglichſt innige Berührung gebracht wird. Dazu dienen Fäſſer, welche zur gehörigen Vermiſchung des Inhaltes um ihre ſenkrechte Axe gedreht werden. In dieſelben bringt man das Erz, Eiſenabfälle und Waſſer; in dem zähen Brei wird unter langſamer Umdrehung die Zerſetzung binnen wenigen Stunden bewirkt und hierauf Queckſilber hinzugefügt, welches nach und nach das in der Maſſe fein vertheilte Silber aufnimmt und damit nach eingetretenem Stillſtand der Fäſſer zu Boden ſetzt. Man preßt nun das dünnflüſſige Amalgam durch Zwillichbeutel und theilt es ſo in ein ſilberarmes, welches durchfließt, und ein ſilberreiches, welches feſt iſt und zurückbleibt. Erſteres wird in den folgenden Proceſſen als Queckſilber benutzt und ſo das enthaltene Silber ſpäter gleichfalls gewonnen. Letzteres wird ausgeglüht, um es in Silber und Queckſilber zu theilen. Dieſe Operation wird in neuerer Zeit in eiſernen Retorten vorgenommen und die Hitze dabei ſo geſteigert, daß das Silber in den Schalen, in welchen das Amalgam in die Retorten gebracht wird, ſchmilzt. Es enthält in der Regel etwas Kupfer, Blei, Antimon u. ſ. w. beigemiſcht und wird auf verſchiedene Weiſe davon befreit (raffinirt).

Der Rückſtand in den Fäſſern iſt noch keineswegs erſchöpft. Man ſcheidet daraus das zurückbleibende Amalgam durch Stehenlaſſen in Sümpfen und zieht die Hauptmenge noch einmal mit Queckſilber aus. Die hierauf getrocknete Maſſe ſetzt man dann nochmals bei verſchiedenen Hüttenproceſſen zu, um die darin befindliche geringe Silbermenge noch zu Gute zu machen.

Die Amalgamation wird in Amerika in etwas abweichender Weiſe ausgeführt: Man bewirkt nämlich die Bildung des Chlorſilbers auf naſſem Wege, indem man die ſilberhaltigen Erze mit Waſſer, Kochſalz und geröſteten Kupfer- und Schwefelkieſen („Magiſtral“) ver-

mischt. Es bildet sich dann durch gegenseitige Zersetzung des Chlornatriums und der Schwefelsäuresalze Kupferchlorid und Eisenchlorid, welche an das Silber einen Theil ihres Chlors abgeben und sich in Chlorüre verwandeln. Das Silber wird hierauf nicht erst durch Eisen abgeschieden, sondern gleich Quecksilber zugesetzt, welches zuerst das Silber reducirt und dann amalgamirt. Dieses Verfahren hat den großen Nachtheil, daß ein großer Theil des Quecksilbers als Chlorür verloren geht.

Diese Silberscheidungsarten sind in neuester Zeit auf mehrfache Weise abgeändert worden und so die neueren Silberextractionsmethoden entstanden. So wird z. B. nach der Augustin'schen Methode das mit geringer Menge Kochsalz geröstete Erz mit heißer Kochsalzlösung behandelt. Dadurch wird alles Silber als Chlorür aufgelöst (weil Chlorsilber in gesättigter Kochsalzlösung auflöslich ist). Hierauf scheidet man aus der geklärten Lösung das Silber mittelst Kupferplatten, um das Kupfer nachher aus der kupferhaltigen und silberfreien Lösung wieder durch Eisen auszufällen.

Nach Ziervogel's Methode röstet man die Silbererze oder den silberhaltigen Kupferstein möglichst vollständig und erhitzt die Masse alsdann so stark, daß die Schwefelsäuresalze des Eisens und des Kupfers zersetzt werden, während das Silbersalz noch unverändert bleibt; die weitere Verarbeitung ist dann sehr leicht.

Am einfachsten erscheint jedoch ein in neuester Zeit mit gutem Erfolge angewendetes Verfahren, welches sich am besten mit demjenigen Kupfergewinnungsproceß vereinigen läßt, welcher dieses Metall als Cämentkupfer liefert: Man röstet nämlich die Silbererze unter Zusatz von Schwefelmetallen, oder die silberhaltigen Kupfersteine so vollständig, daß man alle Metalle als Schwefelsäuresalze durch Auslaugen mit verdünnter Schwefelsäure erhalten kann. Der Rückstand wird dann demselben Verfahren wiederholt unterworfen, bis die Oxydation vollständig ist und alsdann nach einander das Silber durch Kupfer und das Kupfer durch Eisen niedergeschlagen. Die letzte Lösung kann durch Abdampfen, Austrocknen und Glühen auf Schwefelsäure verarbeitet werden.

Ein solches Verfahren hat in neuester Zeit namentlich im Mansfeldischen Anwendung gefunden.

Endlich will ich auch noch die von Patera angewendete Methode erwähnen, das Silber, Nickel und Kobalt aus denjenigen Erzen zu gewinnen, welche diese drei Metalle enthalten: Man röstet dieselben

unter Berührung mit Wasserdampf und bei möglichst niederer Temperatur im Flammofen, und behandelt das geröstete Erz mit verdünnter Schwefelsäure. Dadurch kommt Nickel und Kobalt in Lösung und aus dem Rückstand wird durch Salpetersäure nur Silber gelöst. Diese Lösung fällt man mit Kochsalz, zersetzt mit Eisen und schmilzt das Silber um. Die mit Schwefelsäure erhaltene Lösung wird mit Eisenchlorid versetzt, wodurch das Arsen in arsensaures Eisenoxyd übergeführt wird, dann dieses nebst dem überschüssigen Eisen durch Pottasche gefällt, aus der neutralen Lösung das Kobalt durch Chlorkalk (als Oxyd) abgeschieden und dann das Nickel durch Kalk als Hydrat gefällt, welches man wie gewöhnlich weiter behandelt.

Das Silber, welches auf die eine oder andere Weise gewonnen worden, enthält stets Kupfer; da man es jedoch nur in Legirung mit diesem anwendet, so hat diese Beimischung keine andere Folge, als daß man den Gehalt vor dem Gebrauche genau ermittelt haben muß. Außerdem finden sich noch zuweilen folgende Metalle im Silber, welche du in einem Stück einer Münze nachzuweisen versuchen kannst: Gold, Blei, Eisen, zuweilen Zinn, Antimon und Quecksilber. Das Quecksilber wird beim Glühen des fein zertheilten Metalls im Kölbchen erhalten; beim Auflösen in Salpetersäure beibt etwa vorhandenes Zinn und Antimon zurück; Blei wird in der verdünnten Lösung durch Schwefelsäure nachgewiesen und abgeschieden; dann nach dem Ausfällen des Silbers durch Salzsäure die übrigen Metalle durch Ausfällen mit Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Blutlaugensalz u. s. w. in der schon mehrfach erwähnten Weise.

Die Darstellung von reinem Silber hast du (s. S. 418) schon früher kennen gelernt.

Die Kennzeichen der wichtigeren Silbererze sind folgende:

Gediegen Silber. Schmilzt auf der Kohle und giebt bei starker Oxydationsflamme einen braunen Beschlag von Oxyd; bei Gegenwart von Antimon ist derselbe rothbraun. Von der Boraxperle wird es nach der Oxydation zum klaren Glase gelöst, das nach dem Erkalten milchweiß ist. Im Reductionsfeuer fällt das Silber metallisch aus und die Perle wird klar. Bei Anwendung von Phosphorsalz wird die Perle gelblich. Das Verhalten gegen Säuren u. s. w. brauche ich nicht zu erwähnen.

Silberglanz. Giebt in der offenen Röhre schweflige Säure, auf Kohle ebenfalls unter Zurücklassung von metallischem Silber. Mit

Soda und Cyankalium wird es leicht zum ductilen Metallkorn reducirt; die Schlacke zeigt die Schwefelreaction.

Rothgüldigerz und Sprödglaserz entwickeln in der offenen Röhre Antimonrauch und schweflige Säure. Die Kohle beschlagen sie ebenfalls mit Antimonrauch und lassen sich durch die Oxydationsflamme in ein reines Silberkorn verwandeln. Auch mit Soda erhält man nur Silber, indem das Antimon als dicker Rauch weggeht.

Das lichte (arsenikhaltige) Rothgüldigerz verhält sich ebenso, zeigt aber außerdem die Reactionen aller Arsenverbindungen.

Silberhornerz. Schmilzt im Kolben und auf der Kohle im Oxydationsfeuer. In der Reductionsflamme kann man es langsam zu Metall reduciren. Schneller geschieht dies mit Soda und Cyankalium. In gepulvertem Zustand mit Kupferoxyd gemengt und auf der Kohle der Oxydationsflamme ausgesetzt, färbt es die Flamme blau.

Hiermit kann ich die Beschreibung derjenigen Operationen abschließen, welche unter dem Namen der metallurgischen zusammengefaßt zu werden pflegen. Du wirst dadurch ein hinreichendes Verständniß von denselben erlangt haben, um speciellere Schilderungen in größeren Handbüchern nunmehr leicht verfolgen und fassen zu können. Ich wende mich in meinem nächsten Briefe zu denjenigen practischen Arbeiten, welche diesen dritten Theil und somit meinen ganzen Unterricht abschließen werden, nämlich zu der Analyse, oder zu der Aufsuchung und Erkennung der Bestandtheile chemischer Verbindungen. Ich werde mich dabei jedoch auf die häufiger vorkommenden Substanzen beschränken, deren nähere Beschreibung in dem vorhergehenden Theile dieser Briefe enthalten ist, indem die Ermittelung der nur selten und in einigen wenigen Natur- und Kunstproducten sich findenden Körper eine Arbeit ist, welcher sich nur geübte und erfahrene Chemiker unterziehen können.

Zum Schlusse dieses Briefes lasse ich die Lösungen für die letzten vier Aufgaben und einige neue folgen:

1) Die Antwort hast du mit 17 Thlr. 28 Sgr. richtig gefunden.

2) Du hättest für diese Aufgabe einen kürzeren Gang gehen können; denn die beiden Formeln

$$6\,J + 6\,KO = 5\,KJ + 6\,KO,\,JO_5$$

und

$$KO,\,JO_5 = KJ + 6O$$

beweisen, daß sämmtliches Jod, welches man in Arbeit nimmt, in Jodkalium wieder erhalten wird; es ist sonach nur diejenige Menge Jodkalium zu berechnen, welche der angegebenen Menge Jod entspricht. Sie wird leicht zu 20 Pfund, 12,6 Unzen gefunden.

Eine Retorte, wie sie zur Zinkdestillation gebräuchlich ist, zeichne ich dir hier (Fig. 157) im Durchschnitt und (Fig. 158) in der äußern

Fig. 157.

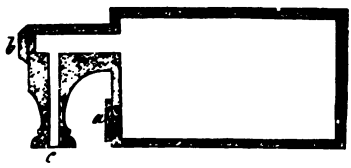
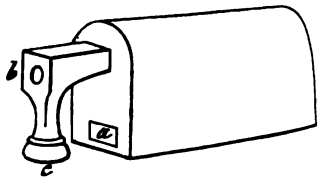


Fig. 158.



Ansicht. Die verschließbaren Oeffnungen b und a dienen, die erste zum Beschicken, die andere zum Entleeren des Gefäßes. Aus der Oeffnung c entweichen während der Operation die Zinkdämpfe, indeß a und b durch Thonplatten verschlossen sind.

Die Retorten stehen zu 3—8 in zwei Reihen auf Bänken in einer gemeinschaftlichen Feuerung, welche sie bis zur Weißgluth erhitzt. Der Hals jeder Retorte ragt in eine verschlossene Kammer, in welcher sich das abdestillirte Zink tropfenweise sammelt, um als Tropfzink gewonnen zu werden.

Die Zinköfen in Belgien haben statt der Retorten eine große Anzahl schräg liegender Röhren, die an ihrer vorderen Oeffnung mit einem aus zwei Stücken bestehenden eisernen Ansatzrohr versehen sind, welches als Condensationsraum wirkt und woraus das flüssige Zink bisweilen entfernt wird.

In England bedient man sich zweier Tiegel, deren oberer auf den unteren umgekehrt aufgekittet ist und als Helm wirkt, während eine den Boden des unteren Tiegels durchbohrende Thonröhre als Ableitungsrohr für das sich verdichtende Zink dient, welches unterhalb des Feuerrostes sich ansammelt. Man nennt diese Einrichtung eine destillatio per descensum.

Das rohe Zink, Werkzink, wird in gußeisernen Kesseln bei mäßiger Hitze geschmolzen und in Formen zu Platten gegossen. (Dadurch wird das Zink eisenhaltig.) Durch Auswalzen des Zinks zwischen erwärmten Walzen erhält man das Zinkblech.

Das käufliche Zink enthält in der Regel Beimengungen von fremden Metallen, wie Eisen, Kupfer, Blei, Kadmium u. s. w. Reines Zink kann man an folgenden Reactionen erkennen:

Das Zink muß mit Salzsäure eine vollkommen klare Lösung geben (Kohle und andere fremde Körper). Die Lösung darf mit Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag bilden (Kadmium, Kupfer, Blei u. s. w.); Schwefelsäure darf keinen Niederschlag geben (Blei); Blutlaugensalz muß einen rein weißen Niederschlag verursachen (blaue Färbung zeigt Eisen, braune Kupfer an); Schwefelammonium muß einen rein weißen

Niederschlag verursachen. Im Wasserstoffapparat mit reiner Schwefelsäure zusammengebracht muß das Zink Wasserstoff entwickeln, welcher von Arsenwasserstoff vollkommen frei ist.

Zum Reinigen des Zinks schmilzt man dasselbe unter Zusatz von Kohle und Schwefel oder unter Umrühren mit einem in Fett oder Schwefel getauchten Holzstabe, oder man erhitzt gekörntes Zink mit ¼ Salpeter in einem Tiegel bis zur eintretenden Reaction und Schmelzung des Metalls. Doch wird vollkommen reines Zink nur durch Destillation von reinem Zinkoxyd mit Kohle erhalten.

Das in dünnes Blech ausgewalzte Zink steht in den meisten Fällen der Reinheit am nächsten und kann in der Regel zu allen chemischen Versuchen als solches angewendet werden.

Alle Zinkerze liefern beim Erhitzen mit Soda in der Reductionsflamme den Zinkoxydbeschlag, welcher in der Hitze gelb, beim Erkalten weiß ist und mit Kobaltlösung eine grüne Farbe zeigt. Im Einzelnen zeigen sie folgende Erscheinungen:

Zinkblende: Zerspringt im Kolben, entwickelt in der Glasröhre schweflige Säure und wird weiß oder bei Eisengehalt gelb. Bei Gegenwart von Kadmium ist der Beschlag auf Kohle braun. Das geröstete Mineral zeigt gegen Glasflüsse die Zinkreaction. Mit Soda erhält man die Zink- und die Schwefelreaction. In Salzsäure und in Salpetersäure ist die Blende löslich; mit ersterer entwickelt sie Schwefelwasserstoff, letztere scheidet Schwefel ab.

Das Rothzinkerz zeigt seiner Zusammensetzung entsprechende Reactionen, meist durch die auf Mangan und Eisen gestört; auch mittelst Salpeter und Soda läßt sich das Mangan nachweisen.

Das Kieselzinkerz giebt im Kolben Wasser und löst sich in der Borarperle zum klaren Glase; bei Anwendung von Phosphorsalz bleibt Kieselsäure ungelöst. Mit Soda allein ist es unschmelzbar, bei Zusatz von Borax schmilzt es zu einem Glase und zeigt den Zinkbeschlag. Von Säuren wird es angegriffen, indem sich die Kieselsäure in Gestalt einer Gallerte abscheidet.

Galmei giebt im Kolben Kohlensäure, löst sich unter starkem Aufbrausen in Salzsäure und zeigt im Uebrigen die Zink- und bisweilen die Kadmiumreactionen.

Das

Kobalt

wird im metalliſchen Zuſtande im Großen nicht dargeſtellt; ſeine Erze werden zur Gewinnung der Smalte auf den ſogenannten Blaufarbewerken benutzt. Die wichtigſten Kobalterze ſind der Speiskobalt (Arſenkobalt mit Nickel und Eiſen), der Kobaltglanz (Schwefelkobalt mit Arſenikkobalt) und einige andere. Alle Erze ſind mehr oder minder mit anderen, Kupfer und Blei enthaltenden Mineralien gemengt. Man pulvert ſie möglichſt fein, röſtet ſie hierauf, um das Kobalt zu oxydiren, Schwefel und Arſenik zu verflüchtigen. Bei ſtarkem Nickelgehalt darf das Arſenik nicht vollſtändig entfernt werden, damit es mit dem Nickel eine Verbindung bilden kann, welche nicht mit dem Kobalt ins Glas übergeht. Das Arſenik wird hierbei in Geſtalt von arſeniger Säure als Nebenproduct gewonnen.

Die geröſteten Erze, welche auch als Safflor (S. 456) in den Handel kommen (der zur Darſtellung mehrerer blauen Farben dient, auch zur Bereitung von anderen Kobaltpräparaten benutzt werden kann), werden dann mit fein gepulvertem Quarz und mit Potaſche gemiſcht und in Schmelztiegeln zuſammengeſchmolzen, das geſchmolzene Product ausgeſchöpft und in kaltem Waſſer abgelöſcht. Bei Nickel enthaltenden Erzen bleibt am Boden der Schmelzgefäße das Arſenikknickel, die Nickelſpeiſe zurück; ſie wird auf Silber und Nickel benutzt. Das abgelöſchte Glas wird auf mechaniſchem Wege aufs Feinſte gepulvert und geſchlämmt.

Das

Nickel

wird behufs ſeiner Verwendung zum Neuſilber in ziemlich großer Menge metalliſch dargeſtellt. Dazu benutzt man theils die oben erwähnte Nickelſpeiſe, theils natürliche Nickelerze, wie Kupfernickel (Arſenikknickel Ni_2As), Weißnickelkies (Arſenikknickel), Nickelglanz (NiS_2,NiAs), nickelhaltigen Magnetkies und andere nickelhaltige Mineralien, welche aber in der Regel mit einander auf die verſchiedenſte Art gemiſcht vorkommen und auf mehrere Metalle zugleich verarbeitet werden. Die Speiſe wird in der Weiſe benutzt, daß man ſie in Flammöfen röſtet und dann einem Reductionsproceß unterwirft. Auch aus den übrigen Erzen erhält man durch Röſten und Reduction unter einem Zuſatz von Flußmitteln die Verbindungen der meiſten der vorhandenen Metalle. Dieſe werden in Salzſäure gelöſt, Arſenik und Eiſen durch Chlorkalk und Kalkmilch

9) Chlorwasser. Die Lösung von Chlor in Wasser ist in einer schwarz überzogenen Flasche aufzubewahren.

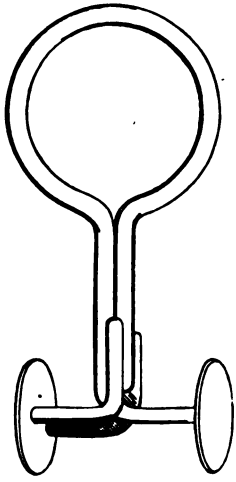
10) Schwefelwasserstoff. Derselbe ist in bekannter Weise aus dem eigens darzustellenden Schwefeleisen zu entwickeln. In der Regel reicht dazu ein kleines Kölbchen mit einfach gekrümmtem Glasrohr aus. In das Kölbchen kommen einige Stückchen Schwefeleisen — im Ganzen etwa von der Größe einer Erbse, Wasser und dann einige Tropfen concentrirter Schwefelsäure. Nach dem Gebrauche ist das Kölbchen und die Glasröhre jedesmal zu reinigen. Bei genaueren Versuchen oder längerer Entwickelung ist eine Waschflasche einzuschalten und ein größeres Gasentwickelungsgefäß zu nehmen, aus welchem nach dem Gebrauch zur Verhinderung der Krystallbildung die Flüssigkeit ausgeleert und das zurückbleibende Schwefeleisen vor der Oxydation geschützt werden muß. Dazu kann man eine Röhre von der Art benutzen, wie ich sie schon früher zur Entleerung der Wasserstoff- und der Kohlensäureapparate angegeben habe; das Verschließen der Kautschukröhre erfolgt am einfachsten mittelst eines Quetschhahns (s. u. Nr. 12), welchen man während des Geöffnetseins derselben auf die Glasröhre daneben hängt. Sehr zweckmäßig ist es, die heberförmige Röhre auf den Boden einer anderen Flasche münden zu lassen, wo dann die eintretende Flüssigkeit zum Abschluß der atmosphärischen Luft dient. Ist diese Flasche mit einem durchlöcherten Kork versehen, durch welche noch eine andere kurze Röhre geht, so kann man die Flüssigkeit auch wieder durch Einblasen in diese Röhre in den Apparat zurückbringen; zur Einleitung einer guten Gasentwickelung ist jedoch in der Regel noch etwas concentrirte Schwefelsäure durch die Trichterröhre zuzusetzen.

11) Ammoniak. Das gewöhnliche käufliche ist meistentheils rein genug; es darf beim Verdampfen auf einer Glasplatte keinen Rückstand lassen und nach dem Uebersättigen mit reiner Salpetersäure weder durch Baryt- noch durch Silberlösung getrübt, auch nicht durch Schwefelwasserstoff gefärbt werden. In der Regel enthält das Ammoniak Kohlensäure (erkennbar an der Fällung von Kalkwasser); man muß dann in einer besonderen sorgfältig verschlossenen Flasche für die Fälle, wo ein solcher Gehalt stören kann, frisch bereitetes oder aus einer großen Flasche frisch ausgefülltes aufbewahren, welches keine Kohlensäure enthält.

12) Kaustisches Kali oder Natron. Letzteres ist leichter rein zu erhalten. Du mußt von dem reinsten, welches du finden kannst, ein paar Unzen in trockener Gestalt in einer wohl verschlossenen und mit Blase verbundenen Flasche aufbewahren und von Zeit zu Zeit eine geringe, nur für einige Versuche ausreichende Quantität Lösung darstellen, welche in einer Flasche mit gut eingeriebenem Stöpsel aufzubewahren ist, deren Hals nach dem Gebrauche sorgfältig mit Papier aus-

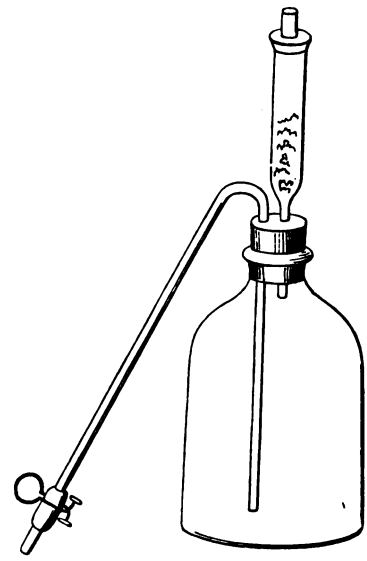
zuwiſchen iſt, weil ſonſt die zurückbleibende Löſung das Glas angreift.

Fig. 159.



Beſſer noch, obwohl etwas umſtändlicher, ſchützt man die Löſung vor der Abſorption der Kohlenſäure durch ein Gemiſch von Glauberſalz und Aetzkalk. Man füllt dieſes in eine in eine Spitze ausgezogene Röhre über etwas Baumwolle und ſteckt die Spitze in einen auf die Flaſche paſſenden, in Wachs gekochten Kork (ſ. die untenſtehende Figur). Um das Oeffnen dieſes Korkes ganz zu vermeiden, kann man eine heberförmige Röhre in demſelben Korke anbringen, die mit einer Kautſchukröhre und einem kleinen Glasröhrchen endigt, welche mit einem Quetſchhahn (Fig. 159) verſchloſſen wird. Iſt der Heber einmal (etwa durch Einblaſen von oben) gefüllt, ſo kann man durch Drücken auf die beiden Plättchen die Flüſſigkeit tropfenweiſe auslaufen laſſen. Die Flaſche zeigt dann die Geſtalt Fig. 160 (1).

Fig. 160.



Die Löſung darf durch Schwefelammonium nicht geſchwärzt werden, mit Säuren nicht zu ſtark brauſen und mit Ammoniak erſt nach einiger Zeit einen Niederſchlag (Thonerde) geben, der nicht zu ſtark ſein darf.

13) Kohlenſaures Ammon (käufliches, gereinigtes kohlenſaures Ammoniak). Es muß ſich auf Platinablech vollſtändig verflüchtigen; die Löſung, mit Salpeterſäure geſättigt, darf weder von Baryt- noch von Silberlöſung, noch von Schwefelammonium getrübt werden.

14) Kohlenſaures Natron. Daſſelbe darf nach Zuſatz von ſo viel Salpeterſäure, daß die Löſung nach dem Erhitzen ſchwach ſauer reagirt,

(1) Dieſer Quetſchhahn wird, wie die Zeichnung angiebt, aus einem Stück Draht, am beſten Meſſingdraht, durch paſſendes Umbiegen hergeſtellt; an das eine Ende wird unmittelbar, an das andere mittelſt zweier Zwiſchenſtückchen aus Draht (*zum* Durchlaſſen des anderen Endes) je ein Meſſingplättchen gelöthet, und endlich der Draht zur Verſtärkung der Federkraft an der runden Stelle platt geſchlagen.

von Silber- und von Barytsalzlösung nicht getrübt werden. In Ermangelung eines Salzes von dieser Beschaffenheit kannst du dir dasselbe in folgender Weise aus dem käuflichen doppelt kohlensauren Natron darstellen: bringe etwas gepulvertes doppelt kohlensaures Natron in einen mit Baumwolle lose verstopften Trichter, bedecke es mit einigen Blättern Löschpapier und gieße hierauf zu wiederholten Malen reines Wasser. Dieses löst vornehmlich die fremden Salze auf, und wenn das Durchlaufende nach dem Ansäuern nicht mehr von Silber- und von Barytsalzlösung getrübt wird, ist der Rückstand reines doppelt kohlensaures Natron. Nach dem Trocknen ist es leicht durch Glühen in das einfach kohlensaure umzuwandeln, das dann als Lösung in etwa seinem 5fachen Gewichte Wasser aufbewahrt wird.

15) Salpetersaurer Baryt. Für solche Fälle, wo ein Barytsalz angewandt werden soll, ohne daß Salzsäure in die Lösung kommen darf, namentlich bei Gegenwart oder bei späterem Hinzutreten von Silber- oder Bleisalzen, wird statt des Chlorbaryums der salpetersaure Baryt angewandt. Du stellst ihn am besten in bekannter Weise aus dem durch Fällung erhaltenen kohlensauren Baryt dar.

16) Phosphorsaures Natron. Das käufliche Salz, durch Umkrystallisiren gereinigt, giebt eine Lösung, die beim Erwärmen mit Ammoniak keine Fällung zeigen darf; die Niederschläge durch Baryt- und Silberlösung müssen in verdünnter Salpetersäure vollständig löslich sein. Andernfalls muß das Umkrystallisiren wiederholt werden.

17) Essigsaures Natron. Durch Neutralisation einer erwärmten Lösung des gereinigten doppelt kohlensauren Natrons (s. o.) mit Essigsäure wird eine reine Lösung dieses Salzes erhalten.

18) Schwefelammonium. Seine Darstellung siehe S. 471. War das Ammoniak rein und das Gas gut gewaschen und wurde die Sättigung nach Vorschrift bewirkt, so ist das Reagenz brauchbar. Eine gelbe Färbung in Folge der Bildung höherer Schwefelungsstufen ist nicht schädlich, sondern sogar in vielen Fällen nothwendig. Die Lösung ist in einer sorgfältig verschlossenen Flasche aufzubewahren.

19) Chlorbaryum. Das gewöhnliche käufliche oder in bekannter Weise dargestellte ist für unsere Zwecke hinreichend rein.

Auch in anderen Fällen, als der oben angegebene, wird der Quetschhahn mit Vortheil angewendet, so z. B. an derjenigen Kautschukröhre eines Schwefelwasserstoff-, Kohlensäure- oder Wasserstoff-Apparates, durch deren Verschluß die Gasentwickelungsflasche ausgeleert und die Entwickelung unterbrochen werden soll, und bei allen anderen ähnlichen Apparaten, wo ein gas- oder wasserdichter Verschluß ohne große Umstände angebracht werden soll.

20) Chlorcalcium. Du erhältſt daſſelbe am beſten durch Auflöſen von reinem kohlenſaurem Kalk (Präp. XLIII) in reiner Salzſäure, dabei iſt ein geringer Ueberſchuß des letzteren anzuwenden, die Löſung zu kochen und zu filtriren.

21) Schwefelſaurer Kalk. Eine Auflöſung von nach S. 322 dargeſtelltem, längere Zeit ausgewaſchenem ſchwefelſaurem Kalk.

22) Kalkwaſſer. Darſtellung ſ. S. 240.

23) Neutrales chromſaures Kali. Darſtellung ſ. Präp. VIII.

24) Schwefelſaure Magneſia. Käufliches Bitterſalz, durch Umkryſtalliſiren gereinigt, liefert eine reine Löſung.

25) Eiſenchlorid. Die Darſtellung deſſelben iſt bekannt. Die Löſung darf keine freie Säure enthalten und muß alſo ſchon von einer ſehr geringen Menge Ammoniak gefällt werden. Ferridcyankalium darf die Löſung nicht blau färben.

26) Eiſenvitriol. Gut ausgeſuchte Kryſtalle werden in ſorgfältig verſchloſſener und mit Blaſe verbundener Flaſche aufbewahrt.

27) Ferrocyankalium. Das Salz kommt hinreichend rein im Handel vor.

28) Ferridcyankalium. Die Löſung des käuflichen Salzes iſt hinreichend rein (ſie darf Eiſenchlorid nicht blau fällen).

29) Schwefelcyankalium. In einem gut verſchließbaren Tiegel wird ein Gemiſch von 46 Theilen durch gelindes Erhitzen von ſeinem Kryſtallwaſſer befreitem gelbem Blutlaugenſalz, 17 Theilen kohlenſaurem Kali und 32 Theilen Schwefel anfangs gelinde, zuletzt, wenn das Ganze ruhig fließt, zum ſchwachen Glühen erhitzt. Die ausgegoſſene Maſſe wird nach dem Abkühlen mit Alkohol ausgekocht, worauf nach dem Erkalten das Schwefelcyankalium kryſtalliſirt. Die Mutterlauge liefert durch Abdampfen noch mehr davon. Man löſt endlich die Kryſtalle in ihrem 10fachen Gewicht Waſſer auf.

30) Zinnchlorür. Seine Darſtellung ſiehe S. 444. Es darf mit verdünnter Schwefelſäure keinen Niederſchlag geben. Die Flaſche, in welcher es aufbewahrt wird, muß ſehr gut verſchloſſen ſein und etwas metalliſches Zinn enthalten.

31) Salpeterſaures Silberoxyd. Die Darſtellung desſelben ſiehe S. 419. Auch iſt es ziemlich rein käuflich zu haben. Man löſt es in ſeinem 20fachen Gewichte Waſſer auf; dieſe Löſung darf, mit Ammoniak verſetzt, nach Auflöſung des entſtehenden Niederſchlags keine blaue Farbe zeigen.

32) Platinachlorid. Seine Darſtellung ſiehe S. 441. Schon eine geringe Menge dieſes Reagenzes iſt ausreichend; ja es kann ſogar ſeine Anwendung ganz umgangen werden.

33) Molybdänsaures Ammon. Dasselbe wird nur zum Nachweisen von Phosphorsäure angewandt; die geringe Menge lohnt daher die Mühe der eigenen Darstellung nicht, sondern wird besser aus einer guten Handlung beschafft. Es darf, mit Salz- oder Salpetersäure bis zum Verschwinden des entstehenden Niederschlags versetzt, beim Kochen keine gelbe Farbe annehmen.

34) Zink. Dasselbe darf kein Arsen enthalten (Prüfung im Marsh'schen Apparate).

35) Außer dem bekannten Lackmuspapier ist auch noch

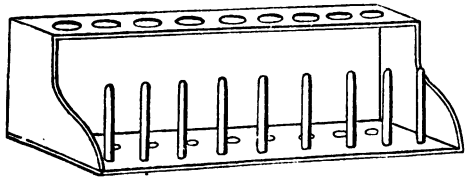
36) Curcumapapier bisweilen erforderlich. Um es darzustellen, tränkt man Papierstreifen wiederholt mit der Flüssigkeit, welche durch Auskochen von zerstoßener Curcumawurzel mit ihrem 6fachen Gewicht schwachen Weingeistes erhalten wird. Durch Alkalien und Borsäure (s. d.) wird es braun gefärbt, was bei gefärbten Flüssigkeiten oft leichter zu erkennen ist, als die Veränderung des Lackmuspapiers.

37) Indigolösung. Man erwärmt 1 Theil gepulvertes Indigo mit 7 Theilen rauchender Schwefelsäure und verdünnt die erhaltene Lösung mit so viel Wasser, daß sie hellblau erscheint.

Hierzu kommen endlich die bereits bekannten und früher schon zusammengestellten Löthrohrreagentien.

Alle diese Substanzen stelle in derselben Ordnung auf einem besonderen Theile des Präparatengestelles auf, damit du sie bei den folgenden Arbeiten zur Hand hast. Diese werden durchweg in Reagenzröhren ausgeführt, wovon du etwa ein Dutzend nebst einem passenden Gestelle bereit haben mußt. Dazu eignet sich am besten ein solches von beistehender Gestalt.

Fig. 161.



Die gereinigten und mit destillirtem Wasser ausgespülten Röhren kommen auf die kleinen hölzernen Cylinder zum Auslaufenlassen zu stehen; nach und während der Benutzung stellt man sie in den durchlöcherten Theil des Gestells. Das Reinigen der Reagenzröhren, welches mit der

größten Sorgfalt ausgeführt werden muß, geschieht am besten mittelst einer schmalen cylindrischen Bürste, an deren unterem Ende ein Schwämmchen befestigt ist, da es besonders darauf ankommt, den Boden gehörig zu reinigen.

Als allgemeine Regel für alle diese Arbeiten kann ich nicht genug hervorheben, daß stets nur mit sehr geringen Mengen zu arbeiten und die Reagenzien stets nur tropfenweise zuzusetzen sind. Selbst wo du die Bezeichnung „im Ueberschusse" findest, ist darunter immer nur ein Mehr von wenigen Tropfen zu verstehen. Das Ausgießen aus den Reagenzflaschen ist jedesmal so zu bewerkstelligen, daß die Mündung derselben nicht die Reagenzröhre berührt, sondern die Tropfen frei herabfallen; die Stopfen sind unterdessen nicht auf den Tisch zu legen, sondern zwischen den Fingern der Hand zu halten, in welcher die Reagenzröhre befindlich ist.

Zum Abfiltriren der Niederschläge werden ganz kleine Filter benutzt, die nur ganz geringe Mengen der Flüssigkeit fassen können, damit die unbedeutenden Niederschläge sich nicht auf große Flächen verbreiten. Oftmals sind diese so unbedeutend und wenig sichtbar, daß sie auf dem Filtrum nicht bemerkt werden; die klar ablaufende Flüssigkeit ist dennoch der Beweis dafür, daß der Niederschlag auf dem Filtrum zurückgeblieben ist, wo derselbe durch Lösungsmittel zur weiteren Untersuchung weggenommen werden kann.

Zum Unterstützen der Filter dienen einige kleine sog. mikrochemische Trichter, von einer Seitenwandlänge von 1—2″.

Nach diesen allgemeinen Andeutungen gehe ich im nächsten Briefe zur Wiederholung der Reactionen der Metalloxyde über; du hast mittlerweile mit Herstellung, Beschaffung und Anordnung deiner Reagentiensammlung hinreichend zu thun.

Auflösung der Aufgaben im vorigen Briefe:

1) 43,36 Pfund Schwefelsäure,
   40,71 Pfund Dolomit.

2) 5 : 4 : 3.

Die Aequivalente der Subſtanzen ſind nämlich 100; 79,9 und 58,5.

Das Verhältniß iſt alſo

1000 : 799 : 585

er ſehr nahe

1000 : 800 : 585

d. h. 200 : 160 : 117

er ſehr nahe

200 : 160 : 118

d. h. 100 : 80 : 59

er ſehr nahe

100 : 80 : 60

oder endlich 5 : 4 : 3.

3) 7,3094 Loth.

86. Brief.

Verhalten der Metalloxyde gegen Reagentien. — Eintheilung derſelben in analytiſche Gruppen. Allgemeine und beſondere Unterſcheidungsmerkmale. — Aufgaben.

Das Verhalten der Löſungen der einzelnen Metalloxyde und ihrer Salze habe ich dir zwar im Vorhergehenden an verſchiedenen Stellen ſchon ziemlich vollſtändig vorgeführt und du haſt die meiſten hierauf bezüglichen Eigenſchaften durch eigene Verſuche dir ſchon zur Anſchauung gebracht. Um aber dieſes Verhalten nochmals in überſichtlicher und hinreichend vollſtändiger Weiſe darzuſtellen, habe ich die wichtigſten Reactionen der Metalloxyde in ihren Salzen in der beifolgenden Tabelle zuſammengeſtellt. Du findeſt darin das Verhalten derſelben zu den allgemein angewandten Reagentien auf naſſem und auf trockenem Wege, ſowie zu ſolchen, welche nur für einige Subſtanzen benutzt werden und für dieſe beſonders characteriſtiſch ſind. In der letzten Spalte der Tabelle habe ich diejenigen Reactionen bezeichnet, welche beſonders bezeichnend für die einzelnen Stoffe ſind und welche man bei Nachweiſung derſelben vor Allem anzuwenden hat.

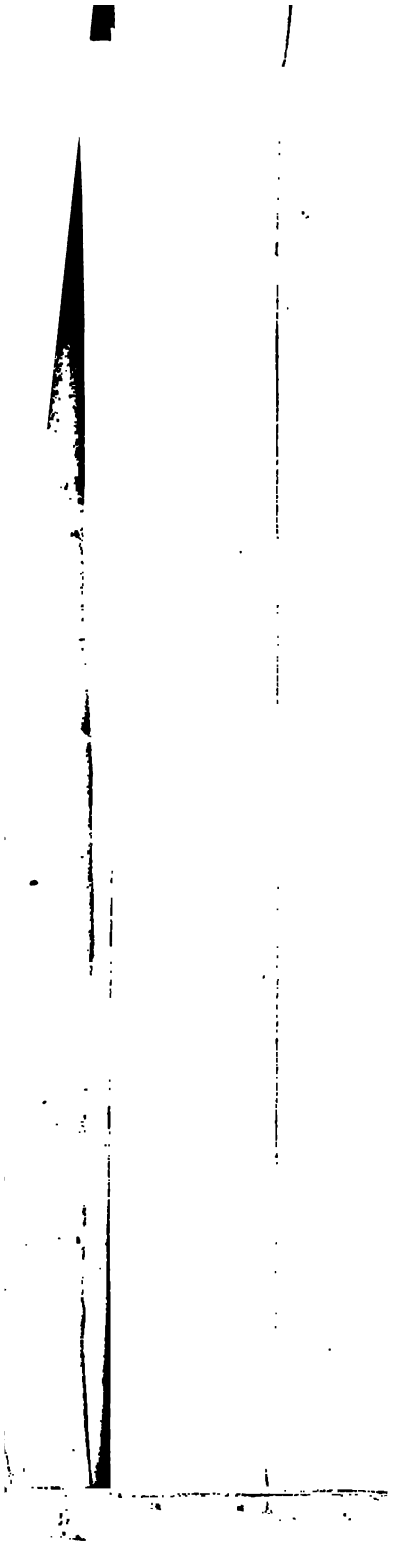
Ich rathe dir nun, nach einander reine Salze der verſchiedenen Oxyde den angeführten Reactionen zu unterwerfen, um die Angaben dieſer Tafel zu beſtätigen. Dadurch prägſt du dieſelben am ſicherſten dem Gedächtniſſe ein, worauf du nicht Gewicht genug legen kannſt, wenn du mit Nutzen und Erfolg die weiteren Unterſuchungen unternehmen willſt. Die Tafel ſelbſt hängſt du am beſten in deinem Arbeitszimmer auf, wo du dir dann leicht gelegentlich Rath erholen oder deinem Gedächtniſſe zu Hülfe kommen kannſt.

Eine nähere Erklärung brauche ich nicht hinzuzufügen, da die ſämmtlichen, wenn auch kurzen Angaben aus den Fächern leicht verſtändlich ſind; ich bemerke nur noch, daß ein wagrechter Strich in den betreffenden Rubriken andeutet, daß kein Niederſchlag entſteht, während eine leer

Zu Stamme

rockenen Verbindungen

Soda (mit Cyankalium)	Kobal löſun
Zu grauem magnetiſchem Pulver reducirbar.	
ntwickelung der Arſendämpfe auf Kohle. Metallſpiegel beim Erhitzen im Kölbchen.	
Wie arſenige Säure.	
n der Oxydationsflamme gelbe Maſſe von chromſaurem Natron.	
elbes, dehnbares Metallkorn.	
eduction, das Metall unſchmelzbar.	



B. Metalloxyde, die, eben so wie die entsprechenden Schwefelverbindungen, den Character der Basen besitzen. Der Schwefelwasserstoffniederschlag ist nicht in Schwefelammonium löslich: Oxyde von Blei, Kupfer, Kadmium, Silber, Quecksilber, Wismuth.

Das Quecksilber unterscheidet sich von den übrigen durch die Unlöslichkeit seines Schwefelwasserstoffniederschlags in Salpetersäure, durch die Flüchtigkeit seiner Verbindungen und durch das Verhalten zu Soda im Glaskolben (die beiden Oxyde dieses Metalles werden durch das Verhalten ihrer Lösungen zu Salzsäure leicht geschieden). Blei und Silber sind durch ihr Verhalten zu Salzsäure von Kupfer, Kadmium und Wismuth unterschieden; unter sich sind sie durch das Verhalten ihrer Chlorverbindung zu Wasser und Ammoniak zu unterscheiden. Wismuth ist durch das Verhalten seiner Lösungen zu Wasser und durch die Unlöslichkeit seines Hydrats in Ammoniak bezeichnet. Kupfer ist durch die Farbe der ammoniakalischen Lösungen und sein Verhalten zu Eisen, Kadmium durch die Unlöslichkeit des kohlensauren Kadmiumoxyds in kohlensaurem Ammon bezeichnet.

II. Metalle, welche aus ihren sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt werden.

A. Metalle, welche aus neutraler oder alkalischer Lösung durch Schwefelammonium gefällt werden (diese bilden mit den Metallen der Gruppe I. die Gruppe der schweren Metalle; außerdem gehört dazu das Aluminium): Oxyde von Chrom, Aluminium, Eisen, Mangan, Nickel, Kobalt und Zink.

a. Metalle, welche durch Schwefelammonium als Oxydhydrate gefällt werden: Chrom und Aluminium. Beide Niederschläge sind in Kali löslich, Chromoxyd durch Kochen aus dieser Lösung fällbar. Außerdem sind beide durch ihr Verhalten vor dem Löthrohr unterschieden.

b. Metalle, welche durch Schwefelammonium als Schwefelmetall gefällt werden: Oxyde von Eisen, Mangan, Nickel, Kobalt, Zink. Hiervon ist das Eisen von den übrigen durch die Unlöslichkeit seiner Salze in Ammoniak unterschieden; seine beiden Oxyde durch das Verhalten zu Blutlaugensalz leicht von einander zu erkennen. Zink ist von Mangan, Nickel und Kobalt durch die Löslichkeit seines Oxydhydrats in Kali, sowie durch

die Farbe ſeiner Schwefelverbindung, durch ſein Verhalten vor dem Löthrohr u. ſ. w. unterſchieden. Das Mangan wird, dem Kobalt und Nickel gegenüber, durch die Unlöslichkeit ſeines Schwefelwaſſerſtoffniederſchlags in Eſſigſäure und ſein Verhalten vor dem Löthrohr characteriſirt. Kobalt und Nickel ſind u. A. durch die Farbe ihrer Löſung, durch ihr Verhalten vor dem Löthrohr und dadurch zu unterſcheiden, daß Kobalt nach dem Durchleiten von Chlor durch ſeine kalte Löſung mit kohlenſaurem Baryt als Kobaltoxyd (Superoxyd) gefällt werden kann.

B. Metalle, welche auch in neutraler oder alkaliſcher Löſung durch Schwefelammonium nicht gefällt werden (Metalle der Alkalien, alkaliſchen Erden und Magneſium).

a. Die Kohlenſäure- und Phosphorſäure-Salze ſind unlöslich (Magneſium und Metalle der alkaliſchen Erden) Magneſium, Baryum, Strontium und Calcium. Das Magneſium iſt dadurch von den übrigen geſchieden, daß ſeine Löſungen in Gegenwart von Salmiak durch kohlenſaures Ammon nicht gefällt werden. Kalk iſt vom Strontium und Baryt dadurch unterſchieden, daß er in ſehr verdünnten Löſungen von Schwefelſäure und auch in concentrirten Löſungen von ſchwefelſaurem Kalk nicht gefällt werden kann; in beiden Fällen wird Baryt ſogleich, Strontian nach einiger Zeit gefällt. Baryt und Strontian ſind durch das Verhalten zu Kieſelfluorwaſſerſtoffſäure unterſchieden. Strontian unterſcheidet ſich von den beiden andern endlich dadurch, daß er durch chromſauren Strontian nicht gefällt wird, womit dieſe auch in verdünnten Löſungen einen Niederſchlag geben.

b. Die Kohlenſäure- und Phosphorſäure-Salze ſind löslich (Metalle der Alkalien), Kalium, Natrium, Ammonium. Da die Schwefelſäure-, Kohlenſäure-, Phosphorſäure- und Haloidſalze, ſowie die Schwefelverbindungen dieſer Metalle löslich ſind, ſo geben ihre Löſungen mit allen bisher genannten Reagentien keinen Niederſchlag. Die Salze des Ammoniums unterſcheiden ſich leicht durch ihr Verhalten in der Hitze und zu Kali, die Salze von Kalium und Natrium werden durch ihr Verhalten zu Weinſteinſäure, Platinchlorid und zur Weingeiſtflamme erkannt.

An die Unterſcheidung dieſer Gruppen lehnt ſich, wie geſagt, der Gang an, welchen man bei der Beſtimmung des electropoſitiven Beſtandtheils der chemiſchen Verbindungen befolgt, und ich gehe nächſtens zu der Beſchreibung dieſes Ganges ſelbſt über.

Zum Schluſſe noch einige Aufgaben aus der analytiſchen Chemie:

1) Welche procentiſche Zuſammenſetzung hat der Dolomit ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$)?

2) Zur Analyſe des Dolomits hat man 5 Gr. genommen, dieſe durch Salzſäure gelöſt, den Kalk durch kohlenſaures Ammon (in Gegenwart von Salmiak) vollſtändig ausgefällt, die Magneſia hierauf mit phosphorſaurem Natron niedergeſchlagen und den erhaltenen Niederſchlag zur Beſtimmung der Magneſia geglüht. Wie viel muß der Gewichtsverluſt beim Auflöſen in Salzſäure betragen haben und wie viel müſſen die beiden genannten Niederſchläge nach dem Glühen wiegen, wenn keinerlei Verluſt oder Fehler ſtattgefunden hat?

---

die Farbe ſeiner Schwefelverbindung, durch ſein Verhalten vor dem Löthrohr u. ſ. w. unterſchieden. Das Mangan wird, dem Kobalt und Nickel gegenüber, durch die Unlöslichkeit ſeines Schwefelwaſſerſtoffniederſchlags in Eſſigſäure und ſein Verhalten vor dem Löthrohr characteriſirt. Kobalt und Nickel ſind u. A. durch die Farbe ihrer Löſung, durch ihr Verhalten vor dem Löthrohr und dadurch zu unterſcheiden, daß Kobalt nach dem Durchleiten von Chlor durch ſeine kalte Löſung mit kohlenſaurem Baryt als Kobaltoxyd (Superoxyd) gefällt werden kann.

Metalle, welche auch in neutraler oder alkaliſcher Löſung durch Schwefelammonium nicht gefällt werden (Metalle der Alkalien, alkaliſchen Erden und Magneſium).

a. Die Kohlenſäure- und Phosphorſäure-Salze ſind unlöslich (Magneſium und Metalle der alkaliſchen Erden) Magneſium, Baryum, Strontium und Calcium. Das Magneſium iſt dadurch von den übrigen geſchieden, daß ſeine Löſungen in Gegenwart von Salmiak durch kohlenſaures Ammon nicht gefällt werden. Kalk iſt vom Strontium und Baryt dadurch unterſchieden, daß er in ſehr verdünnten Löſungen von Schwefelſäure und auch in concentrirten Löſungen von ſchwefelſaurem Kalk nicht gefällt werden kann; in beiden Fällen wird Baryt ſogleich, Strontian nach einiger Zeit gefällt. Baryt und Strontian ſind durch das Verhalten zu Kieſelfluorwaſſerſtoffſäure unterſchieden. Strontian unterſcheidet ſich von den beiden andern endlich dadurch, daß er durch chromſauren Strontian nicht gefällt wird, womit dieſe auch in verdünnten Löſungen einen Niederſchlag geben.

b. Die Kohlenſäure- und Phosphorſäure-Salze ſind löslich (Metalle der Alkalien), Kalium, Natrium, Ammonium. Da die Schwefelſäure-, Kohlenſäure-, Phosphorſäure- und Haloidſalze, ſowie die Schwefelverbindungen dieſer Metalle löslich ſind, ſo geben ihre Löſungen mit allen bisher genannten Reagentien keinen Niederſchlag. Die Salze des Ammoniums unterſcheiden ſich leicht durch ihr Verhalten in der Hitze und zu Kali, die Salze von Kalium und Natrium werden durch ihr Verhalten zu Weinſteinſäure, Platinchlorid und zur Weingeiſtflamme erkannt.

An die Unterſcheidung dieſer Gruppen lehnt ſich, wie geſagt, der Gang an, welchen man bei der Beſtimmung des electropoſitiven Beſtandtheils der chemiſchen Verbindungen befolgt, und ich gehe nächſtens zu der Beſchreibung dieſes Ganges ſelbſt über.

Zum Schluſſe noch einige Aufgaben aus der analytiſchen Chemie:

1) Welche procentiſche Zuſammenſetzung hat der Dolomit ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$)?

2) Zur Analyſe des Dolomits hat man 5 Gr. genommen, dieſe durch Salzſäure gelöſt, den Kalk durch kohlenſaures Ammon (in Gegenwart von Salmiak) vollſtändig ausgefällt, die Magneſia hierauf mit phosphorſaurem Natron niedergeſchlagen und den erhaltenen Niederſchlag zur Beſtimmung der Magneſia geglüht. Wie viel muß der Gewichtsverluſt beim Auflöſen in Salzſäure betragen haben und wie viel müſſen die beiden genannten Niederſchläge nach dem Glühen wiegen, wenn keinerlei Verluſt oder Fehler ſtattgefunden hat?

---

87. Brief.

on der chemiſchen Verbindungen in Bezug auf ihre electronegativen Beſtandtheile. — Allgemeine Ueberſicht der Löslichkeits- und Unlöslichkeitsverhältniſſe. — Antworten.

Nachdem ich im vorigen Briefe das Verhalten der chemiſchen Verungen in Bezug auf ihre electropoſitiven Beſtandtheile überſichtlich eſtellt habe, will ich daſſelbe heute in Bezug auf die electronegativen . Ich laſſe zuerſt eine allgemeine Characteriſtik der verſchiedenen n der Verbindungen und dann eine Ueberſichtstafel über die Nachung dieſer Beſtandtheile in (in Waſſer oder Säure) löslichen Verungen folgen. Es kann dir nicht ſchwer fallen, den Grund der anhrenden Erſcheinungen mit Hülfe der früher vorgekommenen Erörteen zu erkennen. Du thuſt wohl, auch diejenigen der aufgezählten ctionen durch den Verſuch zu beſtätigen, die dir ſchon von früher nnt waren.

1) Die Oxyde löſen ſich in ſtarken Säuren faſt ſämmtlich ohne ſentwickelung auf (ausgenommen die Superoxyde); in der Auflöſung et ſich keine andere Säure, als die zur Löſung verwendete. Die ſten Oxyde werden durch Waſſerſtoff unter Bildung von Waſſer zer; die Löſungen der übrigen in Waſſer reagiren alkaliſch.

2) Die Schwefelmetalle liefern beim Glühen mit kohlenſaurem i und Salpeter ſchwefelſaures Kali; mit kohlenſaurem Natron und le geſchmolzen liefern ſie Schwefelnatrium, welches in Waſſer löslich mit Säuren Schwefelwaſſerſtoff entwickelt und feuchtes Silber braun ot. Diejenigen Schwefelmetalle, welche mit Salzſäure keinen Schwefelſerſtoff entwickeln, liefern beim Kochen mit Salpeterſäure die an n Reactionen leicht kenntliche Schwefelſäure.

3) Die Phosphormetalle bilden beim Glühen mit einem Geige von Salpeter und kohlenſaurem Natron phosphorſaure Alkalien. h durch Kochen mit Salpeterſäure werden ſie zu Phosphorſäureſalzen dirt (ſ. d.).

4) Die Arſenmetalle verwandeln ſich beim Behandeln [illegible] Salpeterſäure oder Königswaſſer in Arſenig- oder Arſenikſäure-[illegible] (ſ. d.). Die meiſten geben beim Glühen an der Luft einen [illegible] Rauch und Arſengeruch.

5) Kohlenmetalle. Sie hinterlaſſen bei der Auflöſung in [illegible] den größten Theil der Kohle als ſolche. Beim Glühen mit [illegible] oxyd oder chlorſaurem Kali entwickeln ſie Kohlenſäure.

6) Die Chlormetalle ſind, mit Ausnahme des Chlorſilbers [illegible] des Queckſilberchlorürs, alle löslich. Mit Schwefelſäure erhitzt entwickeln ſie Salzſäure; mit Schwefelſäure und Braunſtein Chlor. Die wäſſerigen Löſungen geben mit ſalpeterſaurem Silberoxyd einen weißen Niederſchlag, der in Ammoniak löslich iſt. Die unlöslichen Chlormetalle liefern beim das Glühen mit kohlenſaurem Natron lösliches Chlornatrium.

7) Aus den Brommetallen wird das Brom durch Chlor [illegible] ſchieden, was bei Löſungen an der gelben Farbe bemerkbar iſt; Aether löſt das Brom alsdann auf. Bei Erwärmen mit Schwefelſäure und Braunſtein liefern ſie Brom.

8) Jodmetalle. Beim Behandeln mit Chlor oder mit erwärmter concentrirter Schwefelſäure bildet ſich freies Jod, an der Farbe ſeines Dampfes und an der blauen Färbung, welche es dem Stärkekleiſter ertheilt, kenntlich. Die löslichen Jodmetalle geben mit Silberlöſung Jodſilber, in Ammoniak ſehr wenig löslich; die unlöslichen liefern beim Glühen mit kohlenſaurem Natron lösliches Jodnatrium.

9) Fluormetalle. In einem Blei- oder Platinagefäß mit concentrirter Schwefelſäure übergoſſen entwickeln ſie Glas ätzende Flußſäure.

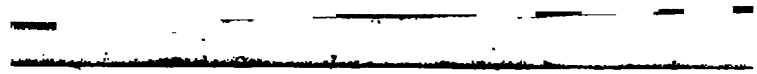
10) Die Cyanmetalle entwickeln beim Behandeln mit verdünnten Säuren Blauſäure. Mit kohlenſaurem Natron geglüht, bilden ſie Cyannatrium, deſſen Löſung, mit Eiſenoxydoxydullöſung und Salzſäure verſetzt, Berlinerblau giebt.

11) Schwefelſäureſalze. Die meiſten Salze der Schwefelſäure ſind in Waſſer löslich; ſie geben alsdann mit Baryt- (oder Blei-) ſalzen weiße, auch in Säuren unlösliche Niederſchläge. Die Salze der Alkalien, Erdalkalien und des Bleioxyds werden beim Erhitzen nicht zerſetzt; die anderen entwickeln beim Glühen entweder Schwefelſäure oder ſchweflige Säure und Sauerſtoff. Mit Kohle geglüht erleiden ſie verſchiedene Zerſetzungen: die ſchwefelſauren Alkalien und Erdalkalien liefern Schwefelmetalle (ſ. d.), die übrigen Salze entweder Schwefelmetalle, oder Oxyde, oder Metalle. Setzt man außer Kohle noch Soda zu, ſo erhält man in jedem Falle Schwefelnatrium. Concentrirte Schwefelſäure iſt auf Schwefelſäureſalze ohne Wirkung.

12) Schwefligſäureſalze. Sie zeigen beim Behandeln mit Säuren den Geruch der ſchwefligen Säure, ohne Fällung von Schwefel.

S. 587 gehörig. 572

er wässerigen	
Eisenchlorid	nzeichen.
—	horsalz keine Lösung.
Niederschlag- pier wird in l sselben braun.	ingetauchtes Curcumapapier Zusatz von Schwefelsäure :
weißer Nieder ch in Essigsäur	k, Ammoniak und Bittersalz ngt molybdänsaures Ammon
sphorsäure.	
ne Färbung, verschwindend.	kali grün. Chlorbaryum : ag.
—	Chlorbaryum : weißer Nie- Schwefelreaction.
—	ihen : Reactionen auf Jod.



er wässerigen	
Eisenchlorid	nzeichen.
—	phorsalz keine Lösung.
Niederschlag- pier wird in d esselben braun.	ingetauchtes Curcumapapier Zusatz von Schwefelsäure :
weißer Nieder ch in Essigsäur	k, Ammoniak und Bittersalz gt molybdänsaures Ammon
sphorsäure.	
ie Färbung, verschwindend.	kali grün. Chlorbaryum : ag.
—	Chlorbaryum : weißer Nie- Schwefelreaction.
—	ihen : Reactionen auf Jod.

88. Brief.

Gang der Analyse. — Aufsuchung der Basis in einfachen Verbindungen. Aufstellung einer Reihenfolge von Substanzen, die zu analytischen Uebungen geeignet sind. — Aufgaben.

Die erste analytische Arbeit, welche du nach sorgfältiger Durchführung aller Proben auf die verschiedenen electropositiven und electronegativen Bestandtheile unorganischer Körper vorzunehmen hast, ist die Aufsuchung der Basis in einem Salze, wobei wir uns der Allgemeinheit wegen die Haloidsalze mit ihrem Wassergehalt zusammen ebenfalls als eine Basis enthaltend vorstellen wollen. Zunächst handelt es sich um solche Salze, welche in Wasser löslich sind, also um die Analyse von in Wasser löslichen Substanzen, welche nur aus einer Basis und einer Säure, oder aus der Verbindung eines Metalls mit einem Halogenen (oder Schwefel u. s. w.) bestehen. Man bestimmt in der Regel die Basis (oder das Metall) zuerst, und später die Säure, indem man aus der Natur der Basis meistens schon Schlüsse auf die Gegenwart irgend einer Säure ziehen kann.

Im Allgemeinen ist der Gang dieser einfachen Analyse — bei welcher ich auf die selteneren Stoffe keine Rücksicht nehmen werde — folgender: Zu der Lösung werden nach und nach solche Reagentien hinzugefügt, welche mit einem Theile der Metalloxyde characteristische Niederschläge hervorbringen, und so die Anwesenheit oder Abwesenheit der einen oder anderen Abtheilung dargethan; durch aufeinanderfolgende Anwendung mehrerer solcher Reagentien werden dann die Abtheilungen der Metalle immer kleiner, bis man endlich nur zwischen wenigen zu unterscheiden hat, wozu man eine besonders characteristische Reaction vornimmt. Das dadurch erlangte Resultat ist dann schließlich durch eine andere, der gefundenen Base eigenthümliche und besonders hervorstechende Probe zu bestätigen. So z. B. giebt es nur drei Metalloxyde, deren Lösungen mit Salzsäure einen Niederschlag hervorbringen, nämlich

Bleioxyd, Silberoxyd, Queckſilberoxydul. Setzt man alſo einige Tropfen Salzſäure zu der zu unterſuchenden Löſung, ſo theilt man dadurch alle Metalloxyde in zwei Klaſſen, nämlich in ſolche, welche mit

Salzſäure

einen Niederſchlag bilden, alſo Bleioxyd, Silberoxyd, Queckſilberoxydul.	keinen Niederſchlag bilden: Alle übrigen.

Je nachdem nun durch die Salzſäure ein Niederſchlag hervorgebracht wurde, oder nicht, hat man es nur mit der einen oder anderen Abtheilung zu thun. Auf die Unterſcheidung der drei erſtgenannten Oxyde komme ich ſpäter zurück; die Uebrigen trennt man durch Durchleiten von Schwefelwaſſerſtoffgas durch die freie Salzſäure wieder in zwei Abtheilungen, deren eine ſolche Metalloxyde enthält, deren Löſungen mit Schwefelwaſſerſtoff in ſaurer Löſung einen Niederſchlag hervorbringen, während die der anderen dadurch unverändert bleiben. Je nachdem man alſo einen Niederſchlag erhalten hat, oder nicht, erkennt man durch Schwefelwaſſerſtoff die An- oder Abweſenheit eines Gliedes dieſer Abtheilungen. Es bilden nämlich mit

Schwefelwaſſerſtoff (in ſaurer Löſung)

einen Niederſchlag: Eiſenoxyd, Chromſäur, Antimonoxyde, Arſenoxyde, Zinkoxyde, Goldoxyd, Platinaoxyd, Queckſilberoxyd, Bleioxyd (1), Kupferoxyd, Kadmiumoxyd, Wismuthoxyd.	keinen Niederſchlag: alle übrigen.

Je nach dem Entſtehen oder Nichtentſtehen eines Niederſchlags hat man es alſo mit der einen oder anderen Abtheilung zu thun; beide werden wieder durch andere Reagentien in kleinere Unterabtheilungen zerfällt und ſomit die Möglichkeit der Gegenwart einer kleinen Anzahl Oxyde dargethan. Ich nehme z. B. an, man hätte, nachdem durch das Nichtentſtehen eines Niederſchlags auf Zuſatz von Salzſäure die Nichtanweſenheit von Silberoxyd und Queckſilberoxydul dargethan worden, auf Zuſatz von Schwefelwaſſerſtoff einen Niederſchlag erhalten; ſo würde dieſes beweiſen, daß man es mit einem der oben angeführten Körper zu thun hatte. Dieſe ſcheiden ſich je nach ihrem Verhalten in mehrere ſchon oben angedeutete Gruppen. Es kann nämlich der Niederſchlag nur aus Schwefel beſtehen, oder es kann Schwefelmetall ſein. Im erſten Falle erkennt man dies an der reinen weißen Farbe deſſelben und an ſeiner Eigenſchaft, nach dem Abfiltriren und Auswaſchen beim Erhitzen

(1) Ich führe dieſes hier noch einmal an, weil es durch Salzſäure nur in concentrirten Löſungen angezeigt wird und alſo bei verdünnten Löſungen noch vorhanden ſein kann.

auf einem Platinblech den Geruch der schwefligen Säure zu zeigen. In diesem Falle rührt der Niederschlag von einer Reduction durch den Schwefelwasserstoff her und deutet auf Eisenoxyd oder Chromsäure. Beide sind leicht (s. u. die Tafel) zu unterscheiden und zu erkennen. Im Falle man Chromsäure findet, ist natürlich die Untersuchung auf die Basis fortzusetzen, da man nur gelegentlich wegen ihres eigenthümlichen Verhaltens die Säure gefunden hat. War der Niederschlag aber nicht Schwefel, so scheidet man die möglicherweise vorhandenen Oxyde am besten durch das Verhalten ihrer Schwefelverbindungen zu Schwefelammonium (1), indem die einen darin löslich sind, die anderen nicht. Man übergießt also den abfiltrirten und auf dem Filtrum ausgewaschenen Niederschlag auf dem Filtrum mit

Schwefelammonium.

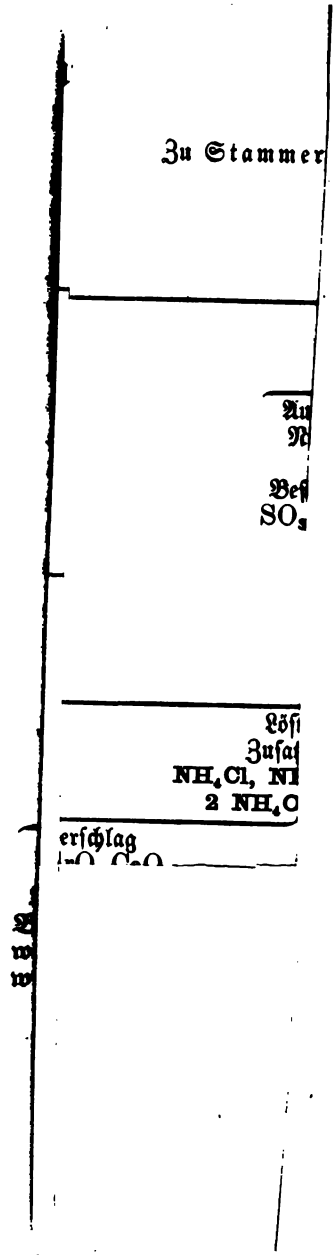
Hierbei

lösen sich auf:	bleiben ungelöst:
die Niederschläge von Arsen, Antimon, Zinn, Platina, Gold.	die Niederschläge von Quecksilber (als Oxyd), Blei, Kupfer, Kadmium, Wismuth.

Wie diese Gruppen weiter getheilt werden und man endlich auf ein einziges Metall mit Sicherheit gelangt, erfährst du später aus einer vollständigen Tabelle; hier will ich nur den Weg im Allgemeinen andeuten.

Setze ich nun den anderen Fall, daß man nämlich mit Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag erhalten habe, so wäre dadurch die Abwesenheit aller angegebenen Metalloxyde erwiesen und nur möglich, daß ein anderes der oben mit „Alle übrigen“ bezeichneten vorhanden wäre. Diese theilt man wieder in zwei Gruppen, je nachdem sie in alkalischer Lösung einen Niederschlag mit Schwefelammonium geben, oder nicht. Zu der Lösung, in welcher also Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag hervorgebracht hat, setzt man demnach Ammoniak zur alkalischen Reaction, und hierauf — ohne sich durch den etwa entstehenden Niederschlag beirren zu lassen — Schwefelammonium. Es sind nun wieder zwei Fälle möglich: Entweder erhält man dadurch einen Niederschlag, oder nicht. In ersterem Falle ist eins der Metalloxyde zugegen, welche mit Schwefelammonium und alkalischer Lösung einen Niederschlag geben (mit Schwefelwasserstoff in saurer Lösung aber nicht), im zweiten Falle können nur diejenigen vorhanden sein, welche dies nicht thun. Man erhält also mit

(1) Das hierbei angewandte Schwefelammonium darf nicht frisch bereitet *sein* und muß durch seine gelbe Farbe die Gegenwart höherer Schwefelungsstufen *andeuten*.



luswahl des zu unterſuchenden Salzes deſſen Baſis kennen mußt, wohl am beſten ſein, daß du eine ganze Reihe von Subſtanzen

) Auch ſchon früher angedeutet und gefunden, hier nur der Vollſtändig- aufgenommen.

PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

(1) Das hierbei angewandte Schwefelammonium darf nicht frisch sein und muß durch seine gelbe Farbe die Gegenwart höherer Schwefln anbeuten.

Schwefelammonium (in alkaliſcher Löſung)

einen Niederſchlag:	keinen Niederſchlag:
Zugegen können ſein: Thonerde, Chromoxyd, Nickeloxydul, Kobaltoxydul, Eiſenoxydul und Eiſenoxyd (1), Manganoxydul, Zinkoxyd.	Magneſia, Baryt, Strontian, Kalk, Kali, Natron, Ammon.

Die Unterſcheidung derjenigen Metalloxyde, welche einen Niederſchlag gegeben haben, erfolgt zunächſt nach dem Verhalten der Oxyde zu Kalilöſung. Man nimmt hierzu die urſprüngliche Löſung, fügt Kali im Ueberſchuſſe hinzu und trennt ſomit die Metalloxyde in zwei Gruppen, je nachdem ſie in Kali löslich oder unlöslich ſind; ihre Glieder werden weiter nach verſchiedenen Methoden aufgeſucht. Iſt indeſſen auch durch Schwefelammonium kein Niederſchlag entſtanden, ſo erfolgt die Trennung der alkaliſchen Erden, Alkalien und der Magneſia nach dem Verhalten der (urſprünglichen oder auch der mit Schwefelammonium bereits probirten) Löſung zu kohlenſaurem Ammon, bei Gegenwart von Salmiak und Ammoniak. Es liefern nämlich mit

kohlenſaurem Ammon (bei Gegenwart von Salmiak und Ammoniak)

einen Niederſchlag:	keinen Niederſchlag:
Kalk, Baryt, Strontian.	Magneſia, Kali, Natron, Ammon.

Die Unterſcheidung der einzelnen Glieder dieſer beiden Gruppen iſt ohne Schwierigkeit; ich habe dieſelbe ſchon früher erörtert.

Hiernach verſtehſt du leicht die Tafel, welche ich hier folgen laſſe: ſie giebt den Gang bei der Aufſuchung der Baſen an, in völliger Uebereinſtimmung mit dem eben Geſagten, nur füge ich die Unterſcheidung der einzelnen Unterabtheilungen bis zu jedem Oxyde hinzu, ſo daß du ohne beſondere Mühe zum Reſultate gelangſt, wenn du nur ſtets die Eigenſchaften derſelben im Gedächtniſſe behältſt und danach deine Reactionen einrichteſt.

Tabelle Nr. 3.

Um dich in der Benutzung dieſer Tafel zu üben, wählſt du nun zweckmäßig eine Reihe von Salzen aus, um deren Baſen nach derſelben aufzuſuchen. Um hierbei nicht zu ſehr dadurch geleitet zu werden, daß du bei Auswahl des zu unterſuchenden Salzes deſſen Baſis kennen mußt, wird es wohl am beſten ſein, daß du eine ganze Reihe von Subſtanzen

(1) Auch ſchon früher angedeutet und gefunden, hier nur der Vollſtändigkeit wegen aufgenommen.

zuſammenſtellſt, dieſelben nur mit den Nummern bezeichneſt und die Arbeit erſt beginnſt, wenn du nach einigen Tagen die Benennung der einzelnen vergeſſen haſt. Eine zweckmäßige Reihe ſolcher Subſtanzen iſt folgende:

1) Salpeterſaures Silberoxyd.
2) „ Queckſilberoxydul.
3) Eiſenchlorid.
4) Platinchlorid.
5) Arſenige Säure in Salzſäure gelöſt.
6) Zinnchlorür.
7) Chlorblei.
8) Schwefelſaures Kupferoxyd.
9) Salpeterſaures Wismuthoxyd.
10) Queckſilberchlorid.
11) Schwefelſaures Eiſenoxydul.
12) „ Zinkoxyd.
13) Manganchlorür.
14) Salpeterſaures Kobaltoxydul.
15) Schwefelſaures Nickeloxydul.
16) Alaun.
17) Chromalaun.
18) Bitterſalz.
19) Chlorcalcium.
20) Chlorbaryum.
21) Salpeterſaurer Strontian.
22) Chlorammonium.
23) Potaſche.
24) Soda.
25) Chromſaures Kali.

Zahlreiche Unterſuchungen dieſer und ähnlicher Subſtanzen werden dir bald die nöthige Sicherheit und Gewandtheit in der Beſtimmung der Metalloxyde geben; im nächſten Briefe komme ich zur Aufſuchung der Säuren und der ſie vertretenden Körper.

Zum Schluſſe eine Aufgabe:

Eine Eiſenſorte enthält 4,52 % Kohlenſtoff. Beim Behandeln mit Salzſäure bleiben 10 % des Kohlenſtoffes unverändert zurück, während das Uebrige als Kohlenwaſſerſtoff entweicht. Leitet man dieſen mit dem überſchüſſigen Waſſerſtoff über glühendes Kupferoxyd, ſo wird der Kohlenwaſſerſtoff zu Kohlenſäure und Waſſer oxydirt. Erſtere kann man nach Entfernung des Waſſers durch Kali abſorbiren laſſen. Man nimmt 7,584 Gramm in Arbeit. Wie viel freier Kohlenſtoff und wie viel Kohlenſäure wird gefunden? Wie viel Eiſenoxyd wird nach der Oxydation des gebildeten Chlorürs und dem Ausfällen und Glühen des Hydrates erhalten?

0,034 Grm. C.
1,130 Grm. CO_2.
10,345 Fe_2O_3.

---

89. Brief.

Aufſuchung der Säuren. — Abänderung des gegebenen Ganges für den Fall der Unlöslichkeit der Verbindungen in Waſſer und in Säuren. — Analyſe zuſammengeſetzter Subſtanzen; Beiſpiele dazu. — Ueberſicht der ganzen Analyſe. — Schluß.

Bei der Aufſuchung der Säuren iſt ein allgemeines Schema, wie es für die Beſtimmung der Baſen angewandt werden kann, nicht nöthig. Durch die Natur der gefundenen Baſis und das Verhalten der betreffenden Löſung iſt man ſchon in den meiſten Fällen auf die An- oder Abweſenheit mehrerer Säuren hingewieſen. Da man nämlich von jedem Metalloxyd mit Beſtimmtheit die löslichen und unlöslichen Verbindungen kennt, ſo hat man bei der Unterſuchung von Löſungen auf die letzteren keine Rückſicht zu nehmen und es iſt daher die Zahl der Säuren u. ſ. w., auf welche man die Prüfung richten muß, faſt für jede Baſis eine andere. Dazu kommt, daß für einige Säuren die Farbe der Löſung, das Verhalten beim Zuſatze von Salzſäure und beſtimmte Reactionen, welche unter die der Metalloxyde aufgenommen ſind, einen ſicheren Anhaltepunkt geben, und ſomit die Zahl der zu ſuchenden Subſtanzen noch bedeutend vermindert wird. Ich mache dich nur darauf aufmerkſam, daß man z. B. die Chromſäure ſchon an der Farbe und am Verhalten der Löſung zu Schwefelwaſſerſtoff, die Arſenſäuren ebenfalls durch Schwefelwaſſerſtoff, die ſchweflige und Kohlenſäure ſchon beim Zuſatze von Kohlenſäure u. ſ. w. findet.

Nachdem aus allen dieſen Umſtänden die erforderlichen Schlüſſe gezogen worden ſind, geht man zu denjenigen Prüfungen über, welche in der Tabelle über das Verhalten der Säuren angegeben ſind und nimmt

ſie in derſelben Reihenfolge vor, in welcher ſie dort aufgeführt worden. Die trockene Subſtanz, welche in der erſten Spalte verlangt wird, erhält man durch Verdunſten der Löſung auf einem platten Glasſtabe oder in einer kleinen Porzellanſchale. Durch jede Prüfung, bei welcher natürlich auf die geringe Zahl der möglicherweiſe vorhandenen zu achten iſt, wird dieſe immer kleiner, und meiſtens iſt man mit zwei oder drei Verſuchen auf eine ſo kleine Anzahl reducirt, daß nur die Anwendung der beſonders characteriſtiſchen Reactionen nöthig iſt, um zum Reſultate zu gelangen.

Du kannſt mit denſelben Löſungen, mit welchen du die Aufſuchung der Baſen vorgenommen haſt, auch die der Säuren nunmehr verſuchen und hierauf noch eine Reihe von anderen, beliebig auszuwählenden löslichen Stoffen ähnlichen Analyſen unterwerfen, um jedesmal erſt die Baſis, dann die Säure zu beſtimmen.

Dabei iſt aber zu bemerken, daß während bei der Aufſuchung der Baſen dieſelbe geringe Flüſſigkeitsmenge faſt für die ganze Unterſuchung ausreicht, und nur an beſtimmten und im Schema bezeichneten Punkten derſelben einige Tropfen der urſprünglichen Löſung anzuwenden ſind, man bei der Aufſuchung der Säuren zu jedem Verſuch eine neue Quantität der Löſung (jedesmal nur einige Tropfen) zu nehmen hat, indem ſonſt diejenigen Säuren gefunden würden, die vorher in den Reagentien zugeſetzt worden waren.

Du wirſt mich fragen, wie es denn wohl mit denjenigen Subſtanzen anzufangen ſein möge, welche nicht in Waſſer löslich ſind, da ich bisher immer nur von in Waſſer löslichen geſprochen habe. Dieſelben werden zwar im Allgemeinen in derſelben Weiſe unterſucht, wie die in Waſſer gelöſten, doch müſſen ſie hierzu zunächſt in lösliche Form übergeführt werden, und dies geſchieht in verſchiedenen Fällen auch in verſchiedener Weiſe.

Die Metalle oder Metallegirungen erkennt man an ihrem äußeren *Anſehen* und verfährt zur Nachweiſung ihrer Beſtandtheile auf eine *eigene Art*, wovon ich gleich ſprechen werde.

I.

Prüfung der in Waſſer unlöslichen nicht metalliſchen Stoffe.

Die nicht metalliſchen Stoffe übergießt man zunächſt mit verdünnter Salzſäure, und erhitzt, wenn in der Kälte keine Einwirkung erfolgt, zum Sieden.

[Hierbei deutet ein Aufbrauſen auf Kohlenſäure oder Schwefelwaſſerſtoff, eine Entwickelung von Chlor auf Superoxyde und Chromſäureſalze, eine Entwickelung von Blauſäure auf Cyanverbindungen.]

Es ſind zwei Fälle möglich:

1) Die Subſtanz löſt ſich in Salzſäure auf (wobei ein Rückſtand von Schwefel- oder von Kieſelſäure bleiben kann, welche leicht zu erkennen ſind).

2) Die Subſtanz löſt ſich nicht auf. In dieſem Falle verſucht man, die Löſung durch Salpeterſäure und, wenn ſie hierdurch nicht bewirkt wirkt, durch Königswaſſer zu bewirken (Rückſtand von Schwefel oder Kieſelſäure, wie oben).

Dadurch werden alſo die im Waſſer unlöslichen Stoffe in zwei Klaſſen geſchieden:

A. In Salzſäure, Salpeterſäure und Königswaſſer lösliche.

B. In dieſen Säuren unlösliche.

A.

In Säuren lösliche, nicht metalliſche Körper.

Mit der Löſung in Säuren verfährt man genau nach derſelben Methode, wie mit der Löſung in Waſſer; nur tritt hier der Fall ein, daß man auf die Anweſenheit von phosphorſauren und oxalſauren alkaliſchen Erden und phosphorſaurer Magneſia Rückſicht nehmen muß. Dieſe Salze werden ſämmtlich bei Zuſatz von Schwefelammonium als weiße Niederſchläge ausgefällt, und im Falle ein ſolcher erhalten wird, hat man alſo die Unterſuchung deſſelben zugleich auf dieſe Salze zu richten. Dies geſchieht folgendermaßen:

Man ſetzt zur urſprünglichen Löſung etwas

kein Niederschlag.

Abwesenheit der genannten Salze.

Zusatz von KO, HO in Ueberschuß zur ursprünglichen Lösung. Theilung in 2 Hälften:

Zusatz von Chlorammonium. Niederschlag: Thonerde.	Zusatz von Schwefelwasserstoff. Niederschlag: Zinkoxyd.

In beiden Fällen wird die

Phosphorsäure

dadurch erkannt, daß man zu der mit Weinsteinsäure und Ammoniak versetzten Lösung MgO, SO_3 hinzufügt, welches bei Gegenwart von PO_5 einen Niederschlag bewirkt.

Niederschlag.

Anwesenheit eines der Salze der alkalischen Erden oder der Magnesia.

Man neutralisirt die ursprüngliche Lösung nahezu mit kohlensaurem Natron, fügt dann essigsaures Natron und zu einem Theil etwas Chlorcalcium zu; entsteht ein Niederschlag, so setzt man etwas freie Essigsäure zu:

Bleibender Niederschlag.

Anwesenheit eines

Oxalsäuresalzes.

Glühen der ursprünglichen Substanz und Behandeln des entstehenden kohlensauren Salzes mit Salzfäure, um auf Ba, Sr und Ca zu prüfen.

Kein Niederschlag, oder Verschwinden desselben bei Zusatz der Essigsäure.

Zusatz von Eisenchlorid zu einem anderen Theil der mit essigsaurem Natron versetzten Flüssigkeit. Ist

PO_5

zugegen, so wird dies durch das Entstehen eines flockigen Niederschlags bestätigt. Man theilt die ursprüngliche Lösung in 3 Theile:

1. Zusatz von Gypslösung zur Prüfung auf BaO und SrO.	2. Bei Abwesenheit von BaO und SrO Zusatz von $AmO, \overline{O}$ zur Prüfung auf CaO.	3. Bei Abwesenheit von CaO, SrO, BaO Zusatz von AmO zur Prüfung auf MgO.

In Bezug auf die Aufsuchung der Säuren gilt im Allgemeinen das früher Gesagte, nur ist die Beachtung der Löslichkeit oder Unlöslichkeit der Salze hier noch besonders wichtig. So z. B. hat man auf Chlorsäure und auf Salpetersäure keine Rücksicht zu nehmen, mehrere andere Stoffe werden schon bei Gelegenheit der Auflösung in den Säuren angegeben. Auch die Gegenwart eines Schwefelmetalls giebt sich durch die Entwickelung von rothen Dämpfen beim Erhitzen mit Salpetersäure und die Gegenwart von Schwefelsäure in der entstehenden Lösung zu erkennen. Die übrigen Proben auf Schwefelmetalle müssen alsdann deren Anwesenheit bestätigen.

Bei der Behandlung mit Salpetersäure zeigt sich ferner die Anwesenheit des Jods durch das Entweichen der violetten Dämpfe.

Auf die Anwesenheit der Phosphorsäure und Oxalsäure leitet in den meisten Fällen schon die Aufsuchung der Basen; sollte man aber eine andere als die oben bezeichneten Basen gefunden haben, so ist für den Fall, wo die Abwesenheit aller anderen Säuren nachgewiesen worden, noch besonders auf Phosphorsäure und Oxalsäure auf folgende Weise zu prüfen:

Die durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium von den schweren Metallen befreite Lösung versetzt man mit Salmiak und Gypslösung.

Kein Niederschlag. Abwesenheit von PO_5 und $\overline{O}$.	Niederschlag. Man filtrirt ab, wäscht aus und versetzt mit Essigsäure.	
	Er löst sich auf	Er bleibt ungelöst
	PO_5	$\overline{O}$
	Bestätigung durch MgO,SO_3 u. AmO o. mit AgO,NO_5.	Bestätigung durch SO_3.

Hat man auf keinerlei Weise eine Säure gefunden, so ist auf die Abwesenheit einer solchen zu schließen. Es wird dann das übrige Verhalten des betreffenden Körpers zu erkennen geben, ob derselbe wirklich ein reines Oxyd gewesen, widrigenfalls irgendwo in der Untersuchung ein Fehler begangen worden sein muß.

B.

In Wasser und Säuren unauflösliche nicht metallische Stoffe.

Von den vielen unter diese Rubrik gehörigen Substanzen betrachte ich natürlich hier nur die von einfacher Zusammensetzung und häufigerem Vorkommen, nämlich die Schwefelsäuresalze der alkalischen Erden und des Bleioxyds, Kieselsäure und Silicate, Fluormetalle, Thonerde und deren Verbindungen mit Basen, Chromoxyd und Chromeisenstein, Zinnoxyd und Antimonsäure, Chlor-, Brom- und Jodsilber, einige

Schwefelmetalle, Kohle, Schwefel. Eine allgemeine Untersuchungsmethode läßt sich hierfür nicht angeben; folgende einzelne Versuche leiten aber sehr bald zum Resultat; man prüft auf diejenigen Stoffe zuerst, für welche die äußere Erscheinung am meisten spricht.

1) Schwefelsäuresalze. Prüfung mit Soda auf Kohle. Bei Abwesenheit von Blei und Kalk (geringe Löslichkeit in Wasser) ist Baryt von Strontian nicht leicht zu unterscheiden.
2) Kieselsäure und Silicate. Geben mit Phosphorsalz ein Kieselskelett. Die weitere Untersuchung der Silicate gehört zu den schwierigeren Arbeiten, die für jetzt noch zu unterlassen sind.
3) Fluormetalle. Prüfung mittelst Schwefelsäure.
4) Thonerde und Aluminate. Prüfung mittelst Kobaltlösung. Für die weitere Untersuchung gilt das unter 2) Gesagte.
5) Chromoxyd. Prüfung vor dem Löthrohr.
6) Zinnoxyd oder Antimonsäure. Prüfung vor dem Löthrohr und mit Schwefelammonium.
7) Chlor-, Brom- und Jodsilber. Sie geben mit Soda ein Silberkorn. Die Salzbildner erhält man durch Behandeln mit Zink und verdünnter Schwefelsäure in Lösung.
8) Schwefelblei und Schwefelquecksilber. Prüfung vor dem Löthrohr und im Kölbchen.
9) Kohle. Schwarze Farbe, Verbrennung vor dem Löthrohr.
10) Schwefel. Gelbe leichtverbrennliche Masse.

Endlich bleibt mir noch übrig, die

III.

Prüfung der metallischen Stoffe

anzugeben.

Man behandelt dieselben am besten mit

Salpetersäure. a. Erfolgt dadurch oder auf Zusatz von Wasser eine vollständige Lösung, so wird die Abwesenheit von Gold, Platin, Antimon und Zinn dargethan. Mit der Lösung verfährt man nach der gewöhnlichen Weise zur Ermittelung der Basen und erkennt so das Metall.

b. Erfolgt jedoch keine Lösung, so deutet der Rückstand, wenn er metallisch ist, auf Gold oder Platina (Lösung in Königswasser und Prüfung mit Chlorammonium),

nicht metallisch ist auf Antimon oder Zinn. Unterscheidung durch heiße Lösung von Weinsteinsäure (Auflösung : Antimon; Nichtauflösung : Zinn).

(Bestätigende Proben nicht zu vergessen!!)

Hat man es nicht mit einem einfachen Metall, sondern mit einer Metalllegirung zu thun, so ist dies bei der Untersuchung zu berücksichtigen. Dieselbe ist dann ebenso zu machen, wie die

Analyse zusammengesetzter Substanzen.

Dieselbe wird zwar im Allgemeinen ähnlich ausgeführt, wie die der einfachen Verbindungen, unterscheidet sich aber von denselben wesentlich dadurch, daß es sich nicht allein um Nachweisung, sondern jedesmal um vollständige Ausfällung der einzelnen Substanzen handelt, indem nach Auffindung eines Stoffes derselbe erst gänzlich aus der Lösung entfernt werden muß, ehe mit der abfiltrirten Lösung die Untersuchung auf andere Stoffe weiter fortgesetzt werden kann. Wenn du diese Regel beobachtest, so kannst du nach den verschiedenen Angaben leichtere Analysen zusammengesetzter Verbindungen ausführen; auch habe ich schon früher bei der Untersuchung von Metallen die Methoden besprochen, Metalllegirungen zu analysiren. Hierauf verweise ich dich jetzt, indem du nun, nach erlangter größerer Uebung, ohne Zweifel im Stande sein wirst, die betreffenden Analysen verschiedener Metallgemische vorzunehmen. Sie bieten auch die Erleichterung, daß dabei keine Prüfung auf eine Säure angestellt zu werden braucht, indem Untersuchungen auf mehrere electronegative Substanzen immer mit Schwierigkeiten verbunden sind.

Außer jenen Versuchen kannst du einige Salzgemische, deren Bestandtheile nur einfache Trennungsmethoden bedingen, untersuchen; so thust du z. B. recht wohl, folgende Substanzen zu mischen und das Gemisch zu analysiren :

1) Salpetersaures Silberoxyd und salpetersaurer Baryt.
2) Schwefelsaures Kupferoxyd und Chlorcalcium.
3) Manganchlorür und Zinnchlorür.
4) Schwefelsaure Bittererde und schwefelsaures Chromoxyd.
5) Arsenige Säure in Kali gelöst.
6) Chlornatrium, Eisenchlorür und Kupferchlorid.
7) Schwefelsaures Kadmiumoxyd, schwefelsaures Zinkoxyd, schwefelsaure Thonerde.

Als Beispiel einer derartigen Untersuchung will ich hier die Beschreibung des Ganges folgen lassen, wie er sich für Nr. 2 herausstellt :

1) Die ursprüngliche Lösung giebt mit Salzsäure keinen Niederschlag. (Abwesenheit von Queckssilberoxydul, Silberoxyd und wahrscheinlich von Bleioxyd.)

2) Beim Einleiten von Schwefelwaſſerſtoff entſteht ein ſchwarzer Niederſchlag.

Das Durchleiten des Gaſes wird ſo lange fortgeſetzt, bis eine abfiltrirte Probe beim weiteren Hindurchleiten keinen Niederſchlag mehr zeigt, d. h. bis Alles durch dieſes Reagenz Fällbare entfernt iſt.

Die abfiltrirte Löſung zeigt beim Verdunſten auf Platinblech einen feuerbeſtändigen Rückſtand: es iſt alſo noch eine, durch Schwefelwaſſerſtoff nicht fällbare Baſis vorhanden. Man unterſucht

a. den Niederſchlag.

Derſelbe zeigt ſich nach dem Auswaſchen mit ſchwefelwaſſerſtoffhaltigem Waſſer und bei Luftabſchluß als unauflöslich in Schwefelammonium.

(Abweſenheit von Zinn, Arſen, Antimon u. ſ. w.)

Auflöſung des Niederſchlags in Salpeterſäure.

(Abweſenheit von Queckſilber.)

Zuſatz von Schwefelſäure.

Kein Niederſchlag: Abweſenheit von Blei.

Zuſatz von Ammoniak in Ueberſchuß.

Kein Niederſchlag: Abweſenheit von Wismuthoxyd.

Blaue Färbung: Anweſenheit von Kupferoxyd. Probe mit Soda auf Kohle: kein braungelber Beſchlag: Abweſenheit von Kadmiumoxyd.

b. die Löſung.

Zuſatz von Ammoniak und Schwefelammonium.

Kein Niederſchlag.

(Abweſenheit der Oxyde der ſchweren Metalle, der Thonerde u. ſ. w.)

Zuſatz von Salmiak und kohlenſaurem Ammon.

Niederſchlag: Baryt, Kalk oder Strontian.

(Nachdem durch weiteren Zuſatz von kohlenſaurem Natron kein Niederſchlag mehr hervorgebracht wird, hinterläßt die abfiltrirte Löſung keinen feuerbeſtändigen Rückſtand auf Platinblech: Abweſenheit von Kali und Natron.)

Auflöſung des ausgewaſchenen Niederſchlags in Salzſäure.

Zuſatz von Gypslöſung zu einem Theile der Löſung.

Kein Niederſchlag, auch nicht nach längerer Zeit: Abweſenheit von Baryt und Strontian.

Anweſenheit von Kalk.

Beſtätigung in einem anderen Theil der Löſung durch oxalſaures Ammon.

Prüfung der urſprünglichen Löſung auf Ammon mittelſt Kali: es entweicht kein Ammoniak: Abweſenheit von Ammon.

Die Prüfung auf Säuren erfolgt nach der Tafel 3; es ist nur auf solche Säuren zu achten, welche gleichzeitig mit Kupferoxyd und Kalk in Lösung sein können.

Weiter rathe ich dir für jetzt nicht, die analytischen Untersuchungen auszudehnen; es gehört zu einer vollständigen Analyse, welche die Trennung aller Gemische, welche möglicherweise vorkommen können, bewirken soll, eine weit ausführlichere Beschreibung der erforderlichen Scheidungen, als es im Plane dieser Belehrungen liegen konnte und ich muß dich in dieser Beziehung auf Specialwerke über analytische Chemie verweisen (1). Diese, wie alle ausführlicheren Werke chemischen oder technologischen Inhaltes kannst du, wenn du mit Fleiß und Aufmerksamkeit meine Mittheilungen benutzt hast, nunmehr leicht verstehen, und du magst dich je nach deiner Neigung, auf dem einen oder anderen Theile des weiten Gebietes der Chemie specieller umsehen.

Zum Schlusse will ich nur eine kurze Uebersicht der verschiedenen Arten analytischer Prüfung folgen lassen, damit du erforderlichen Falles gleich diejenige Stelle findest, welche dir die verlangte Anweisung giebt.

I. Untersuchung einfacher Substanzen.
  1. In Wasser lösliche.
    a. Auffuchung der Base. S. 589 ff. und Tafel 3.
    b. Auffuchung der Säure. S. 593 und Tafel 2.
  2. In Wasser unlösliche.
    A. Nichtmetallische Stoffe.
      a. In Säuren lösliche.
        aa. Auffuchung der Basis Tafel 3 und S. 589 ff.; für die Untersuchung des Schwefelammoniumniederschlags: Abänderung des Verfahrens nach S. 596.
        bb. Auffuchung der Säure S. 593. Tafel 2. Abänderung, namentlich für den Fall der Anwesenheit von phosphorsaurer oder oxalsaurer Erde. S. 597.
      b. In Säuren unlösliche Stoffe. S. 598.
    B. Metallische Stoffe. S. 598.

II. Untersuchung zusammengesetzter Substanzen. S. 599.

---

(1) *Besonders empfehlenswerth* ist die vortreffliche Schrift: *Anleitung zur chemischen Analyse von* Dr. H. Will. Leipzig und Heidelberg, bei Winter.

Wenn ich mit dieſem kurzen Abriß der analytiſchen Chemie meine Briefe beende, ſo ſoll damit nicht geſagt ſein, daß Analyſen die Krone chemiſcher Kenntniſſe und Geſchicklichkeit ſeien. Ich ſchließe nur deshalb hiermit und nicht mit einem anderen Theile der Chemie, weil ich die Kenntniß der vorher gegebenen Thatſachen als zur Anſtellung von Analyſen durchaus nothwendig erachte. Im Uebrigen halte ich dafür, daß jene Kenntniſſe ſelbſt, ſo wie die früher erworbene und vielfach angewandte Geſchicklichkeit und Gewandtheit in practiſchen Arbeiten aller Art weit wichtiger iſt und weit höher ſteht, als die Kunſt, Analyſen zu machen. So wirſt du es auch beſtimmt in Zukunft finden: jede Arbeit chemiſcher Natur, ſei ſie ſynthetiſcher, analytiſcher oder eigentlich experimenteller, verſuchender Art, wird dir keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bieten und deinem weiteren Studium ſomit in keinerlei Weiſe eine Schranke entgegenſtehen.

Alphabetiſches Regiſter.

I. Theil bis S. 128; II. Theil bis S. 487; III. Theil bis S. 602.

(Auf die Namen in dem Verzeichniß S. 501 ff. und in den Tabellen 1—3 iſt hier nicht hingewieſen.)

A.

Abdampfen 13.
Abdampfſchalen 7.
Abtreiben 546.
Affiniren 432.
Alaun 6. 17. 19. 20. 30. 407 ff.
Alaune 407.
Algarothpulver 451.
Aluminate 598.
Aluminium 405. 511.
Aluminiumoxyd 406.
Amalgam 378.
Amalgamationsverfahren 563.
Ammon 461.
Ammoniak 6. 299. 571.
Ammoniakalaun 410.
Ammoniakſalze und Ammonſalze 462 ff. 474.
Ammoniak, Verhältniß zu Ammoniumoxyd 461 ff.
Ammon, kohlenſaures 6. 39. 62. 469. 572.
— Verhalten der Metalloxyde zu 591.
— molybdänſaures 448. 575.
— phosphorſaures 471.
— ſalpeterſaures 112. 470.
— ſalpetrigſaures 479.
— ſalzſaures 62. 467.
— ſchwefelſaures 468.
Ammonium 463.
Ammoniumamalgam 465.
Amphidſalze 188.
Analyſe einfacher Subſtanzen 588 ff. 601.
— zuſammengeſetzter Subſtanzen 599 ff. 601.
Anlaſſen 538.
Antimon 6. 28. 449. 544.
Antimonbutter 451.
Antimonchlorür 451.
Antimonchlorid 451.
Antimonoxychlorid 508.
Antimonoxyd 28. 450.
— -ſalze 508.
Antimonoxyd, weinſteinſaures 450.
Antimonſäure 450. 598.
— -ſalze 450. 508.
Antimonſulfid 453.
Antimonſulfür 451.
Antimonwaſſerſtoff 450.
Aequivalente 41. 152. 164 ff.
— Geſetze dafür 166 ff.
Arbeitstiſch 85.
Arbeitszimmer 7.
Arſen 359. 521.
Arſenchlorid 507.
Arſenige Säure 360.
Arſenikalkies 523.
Arſenikkies 522.
Arſenigſäureſalze 585.
Arſenikſäureſalze 585.
Arſenmetall 364. 584.
Arſenſäure 362.
Arſenwaſſerſtoff 362.
Atome, Atomgewichte u. ſ. w. 198 ff.
Aetzen auf Glas 401.
Auflöſen 13.
Augit 508.
Ausfällung, genaue 70 ff.
Ausgießen 15.
Ausſaigern 555.

B.

Baryt 64. 283.
— eſſigſaurer 75.

Barythydrat 64. 69.
Baryt, kohlenſaurer 39. 75. 111. 284.
— ſalpeterſaurer 39. 75. 111. 573.
— ſalzſaurer 39.
— ſchwefelſaurer 321.
Barytwaſſer 64.
Barium 50. 283.
Bariumſuperoxyd 283.
Baſen 163.
— Aufſuchung der 588. 603.
Batterie, galvaniſche 131 ff.
Bedecken 16.
Benzoeharz 53.
Benzoeſäure 53.
Berlinerblau 483.
Beryllerde 417.
Berzeliuslampe 6. 99 f.
Bitterſalz 28. 326.
Blattſilber 447.
Blei 41. 47. 220. 545.
Bleibaum 41.
Bleichkalk 266.
Blei-Eiſencyanid 482.
Bleiglanz 548.
Bleiglätte 221.
Blei, Löthrohrverſuche 384.
Bleioxyd 40. 41. 221. 404.
— chromſaures 40.
— eſſigſaures 40. 64. 70 ff.
— -Hydrat 221.
— kohlenſaures 269.
— ſchwefelſaures 62. 70 ff. 321.
Bleiſtein 546.
Bleiſuperoxyd 221 ff.
Bleiweiß 118. 269.
Bleizucker 6. 40. 70.
Blende 559. 561.
Blutlaugenſalz, gelbes 477.
— rothes 482.
— — Verhalten der Metalloxyde dazu 479 u. 480.
Bor 387.
Borax 48. 384. 388.
Borarglas 48.
Borarperle 389.
Borſäure 35. 387.
Borſäureſalze 586.
Brauneiſenſtein 541.
Braunſtein 178.
Brechweinſtein 450.
Brom 213.
Brommetalle 584.
Bromſilber 598.
Bronze 447.
Buntkupfererz 551. 556.

C.

Calcium 238.
Cämentkupfer 552.
Cämentſtahl 539.
Cerium 418.
Chiliſalpeter 22. 289.
Chlor 180 ff. 184 ff.
Chloraluminium 414.
Chlorantimon 124.
Chlorbarium 39. 75. 573.
Chlorblei 226.
Chlorcalcium 114. 267. 574.
Chlorjod 507.
Chlorkalium 197.
Chlorkalk 266.
Chlorkieſel 507.
Chlormagneſium 287.
Chlormetalle 584.
Chlornatrium 75, ſ. Kochſalz.
Chlorphosphor 507.
Chlorſäureſalze 585.
Chlorſilber 426. 598.
Chlorſtickſtoff 506.
Chlor, Verbindungen mit Sauerſto 203.
Chlorwaſſer 571.
Chlorzink 219.
Chrom 368.
Chromalaun 32. 37. 123. 369.
Chromeiſenſtein 541.
Chromgelb 40. 48.
Chromchlorid 372.
Chromoxyd 48. 50. 52. 368 ff. 598.
Chromoxydhydrat 37. 369.
Chromoxydul 508.
Chromroth 48.
Chromſäure 31. 368 ff.
Chromſäureſalze 586.
Curcumapapier 575.
Cyan 475.
Cyangold 486. 509.
Cyankalium 477. 478.
Cyanmetalle 476 ff. 584.
Cyanqueckſilber 486.
Cyanſäure 476.
Cyanſilber 486.

D.

Deſtillation 55. 58.
Diamant 250.
Dichten von Apparaten 109 ff.
Didym 418.
Doppelreifen 12.
Drummond'ſches Licht 158.

E.

Eingießen 15.
Eiſen 34. 227. 525 ff.
Eiſenchlorid 230. 574.
Eiſencyanid 477.
Eiſencyanür 477. 484.
Eiſenfeile 49.
Eiſenkies 302. 541.

Eisenoxyd 77. 78. 228.
— -Hydrat 78.
— schwefelsaures 78. 230. 327.
Eisenoxydul 228. 230.
— kohlensaures 269.
— schwefelsaures 229. 327.
— -Salze 230.
Eisensäure 228. 508.
Eisen, Verbindungen mit Sauerstoff 228.
Eisenvitriol 229. 327. 574.
Elemente 489 ff.
— Anordnung derselben 489 ff.
Essigsäure 40. 60. 570.
Extractionsmethoden 565.

F.

Fahlerze 556.
Faltenfilter 14.
Feilen 81.
Ferridcyanblei 482.
Ferridcyankalium 481. 574.
— Verhalten der Metalloxyde zu 482.
Ferrocyankalium 477. 574.
Filtrirbrett 4.
Filtriren 13. 16.
Filtrirgestell 6. 9.
Filtrirpapier 11.
Filtrirständer 9.
Filtrum 14.
Flammen 281.
Flammöfen 512.
Flaschen 4. 5. 10. 83.
Flaschenaufsätze 83.
Flaschen, Wulff'sche 83.
— — Ersatz für 106.
Fließpapier 11.
Fluor 397.
Fluorbor 507.
Fluorkiesel 398.
Fluormetalle 583. 598.
Fluorwasserstoff 397.
Frischblei 548.
Frischen 533.
Frischheerd 533.
Frischstahl 539.

G.

Galmei 559. 561.
Garmachen 553.
Garschlacke 535.
Gasentwickelung 111 ff.
Gasflasche 142.
Gaskrüge 272.
Gaslampe 89 f. 279 Anm.
Gelbbleierz 549.
Gerbstoff 540.
Gläser 10.
Glaskölbchen 517.
Glasröhren 80.
— Bearbeitung 96.
Glauberſalz 323.
Glockenspeise 447.
Glühstahl 539.
Gold 431. 514.
— reines 433.
Goldschwefel 453.
Graphit 250.
Grauspießglanzerz 451.
Grünspan 233.
Gruppen, analytische 519.
Gummi, Bearbeitung 108.
Gummiröhren 83.
Gußstahl 539. 540.
Guttapercharöhren 90.
Guttapercha, Ueberziehen mit 106.
Gyps 322.

H.

Halbschwefelkupfer 345.
Haloidsalze 188.
Haloidsäuren 189.
Hammergarmachen 553.
Handwage 11.
Hausmannit 543.
Hochofen 526.
Hornblende 508.
Hornlöffel 11.
Hydrate 47.

J.

Javellische Lauge 210.
Indigo 54.
Indigolösung 575.
Jod 53. 211 ff.
Jodblei 508.
Jodmetalle 584.
Jodnatrium 212.
Jodquecksilber 54. 378.
Jodsäure 506.
Jod, Sauerstoffverbindungen 213.
Jodsilber 598.
Jodstärke 213.
Jodstickstoff 506.
Iridium 440.

K.

Kadmium 459.
Kali 265.
Kalialaun 410.
Kali, antimonsaures 450.
— chlorsaures 203 ff.
— chromsaures 18. 20. 30. 40. 50. 574.
— — gelbes 31. 368.
— — rothes 31. 368.
— essigsaures 41. 70 ff.

Kalihydrat 265.
Kali, kauſtiſches 265. 571.
— kohlenſaures 31. 35. 38. 160. 264.
— — zweifach 270.
— manganſaures 415.
— ſchwefelſaures 60. 70 ff. 162.
— überchlorſaures 208.
— unterchlorigſaures 209.
Kalium 151. 264.
Kaliumeiſencyanid 481.
Kaliumeiſencyanür 477.
Kaliumſuperoxyd 507.
Kalk 238 ff.
Kalkhydrat 240.
Kalk, kohlenſaurer 116.
— phosphorſaurer 66. 357.
— ſalzſaurer 62.
— ſchwefelſaurer 67. 323. 574.
— unterchlorigſaurer 266.
Kalkwaſſer 574.
Kaltbrüchigkeit 536.
Kaminmantel 87.
Kanonenmetall 447.
Kautſchukhütchen 83.
Kautſchukröhren 83.
Kermes 452.
Kieſel 392.
Kieſelfluorwaſſerſtoff 399. 570.
Kieſelſäure 392 ff. 598.
Kieſelſäureſalze 394. 586.
Kieſelzinkerz 559. 561.
Knallgas 158.
Knallpulver 341.
Knallqueckſilber 508.
Knallſäure 508.
Knallſilber 509.
— Berthollet'ſches 509.
Knochen 66.
Kobalt 455. 562.
Kobaltglanz 455.
Kobaltkies 455.
Kobaltoxyd 456.
Kobaltoxydul 456.
— Reactionen 457.
— ſalpeterſaures 456.
— Salze 456.
Kobaltſpeiſe 456.
Kochſalz 13. 19. 23. 173. 195.
Kohle 246 ff. 598.
Kohlenmetalle 584.
Kohlenoxyd 261.
Kohlenſäure 26. 35. 112. 241 ff. 251. 252 ff.
Kohlenſäureſalze 585.
Kohlenwaſſerſtoff 76 ff.
Kolben 55 ff.
Königswaſſer 298.
Korke 92.
— Bearbeitung 92.
Korkzange 92.
Kreide 62. 239.
Kryſtalle 19.
— Wachſen derſelben 21.
Kryſtalliſation, geſtörte 24.
Kryſtallmehl 24.
Kryſtallwaſſer 48. 70.
Kupfer 34. 232. 551.
Kupferchlorid 235.
Kupferchlorür 235.
Kupferglanz 555.
Kupferkies 556.
Kupferlaſur 556.
Kupfer, Legirungen 235.
Kupferoxyd 65. 234.
Kupferoxyde 232.
Kupferoxyd, eſſigſaures 66.
— kohlenſaures 269.
— ſchwefelſaures 331.
Kupferoxydul 230.
Kupferſäure 508.
Kupfervitriol 34. 331.

L.

Laboratorium 7.
Lackmus 126.
Lackmuspapier 127. 575.
Lampe 81.
— ſ. Spirituslampe.
Lanthan 418.
Legirungen 235.
Lithion 460.
Lithium 461.
Löthrohr 366 ff.
Löthrohrflamme 374. 383.
Löthrohrverſuche 383. 404.
— ſ. die einzelnen Metalle.
Luft 148 ff.

M.

Magiſtral 564.
Magneſia 286.
— kieſelſaure 507.
— kohlenſaure 27. 38. 286.
— ſchwefelſaure 27. 28. 38. 326.
— weiße 27. 286.
Magneſium 286.
Magneteiſenſtein 540.
Magnetkies 541.
Malachit 556.
Mangan 176. 543.
Manganchlorür 197.
— reines 419.
Manganglanz 543.
— Oxyde deſſelben 177.
Manganſpath 543.
Mangan, Verhalten vor dem [illegible] rohr 414.
Meerſchaum 507.
Mennige 222. 549.
Meſſing 235.
Metalle 492.
— Eintheilung 495.

Metalle, Eintheilung nach ihrem Verhalten zu Reagentien 579 ff.
— Prüfung der 598 ff.
Metalloide 492 ff.
Metall, Rose's 47.
Metallurgie 510 ff. 514.
Molybdän 447.
Molybdänglanz 447.
Molybdänsäure 448.
Mörser 8.
Mörtel 256.

N.

Natrium 170. 264. 510.
Natron 171.
— antimonsaures 451.
— borsaures 36.
— essigsaures 573.
Natronhydrat 171. 266. 571.
Natron, kohlensaures 67. 75. 77. 172. 572.
— — zweifach 270.
— phosphorsaures 67. 358. 573.
— schwefelsaures 36. 77. 323.
Neusilber 457.
Nickel 457. 562.
Nickeloxydul 458.
— Reactionen 458.
Nickelspeise 456.
Niederschlag 36.
Niederschlagarbeit 545.
Niobium 448.

O.

Octaeder 21.
Ofen 7. 44. 45.
Oelbildendes Gas 278.
Olivin 507.
Opodeldocgläser 10.
Osmium 440.
Oxalsäure 570. 597.
— -Salze 585.
Oxyde 146. 583.

P.

Palladium 440.
Pelopium 448.
Phosphor 349 ff. 358
Phosphorige Säure 352.
Phosphormetalle 583.
Phosphoroxyd 352. 507.
Phosphorsalz 384 ff.
— und Zink 386.
Phosphorsalzperle 390.
Phosphorsäure 66. 69. 351. 352. 596 ff.
Phosphorsäuresalze 357. 585.
Phosphorwasserstoff 353 ff.
Platina 436.
Platina, reines 440.
Platinaschwamm 438.
Platinaschwarz 438.
Platinchlorid 439. 574.
Platinchlorür 439.
Platinmetalle 440.
Porzellantiegel 5. 6. 43.
Potasche 31. 161.
Prüfung der unlöslichen Stoffe 595. 601.
Puddeln 533.
Puddelofen 533.
Puddelstahl 539.
Pulvergläser 10.
Pyrolusit 543.

Q.

Quecksilber 375. 520.
Quecksilberchlorid 377.
Quecksilberchlorür 377.
Quecksilberoxyd 139. 376.
— knallsaures 508.
— salpetersaures 377.
Quecksilberoxydul 376.
— chromsaures 378.
— salpetersaures 377.
Quecksilbersulfid 377. 378.
Quecksilbersulfür 377.
Quecksilberjodid 378.
Quellen 259.
Quetschhahn 572.

R.

Rattenschwänze 81.
Reactionen 578 ff.
Reagentien 569 ff.
Reagenzpapier 127.
Reagircylinder ?
Reagircylindergestell 575.
Reduction 225.
Regenwasser 11.
Reifen 12.
Reihe von Substanzen zur Analyse 592. 599.
Retorten 55.
Retortenhalter 91.
Retortentrichter 56.
Rhodium 440.
Roheisen 530.
Röhren, Bearbeitung von 96 ff.
— Uförmige 107.
— von Guttapercha 90.
— von Kautschuk 83. 108.
Rosettenkupfer
Rothbleierz 549.
Rothbrüchigkeit 537.
Rotheisenstein 541.
Rothfeuer 27. 286.
Rothgültigerz 563. 567.

Rothzinkerz 559. 561.
Ruthenium 440.

S.

Safflor 456. 562.
Salmiak 62. 467.
Salpeter 18. 20. 24. 60. 289.
Salpetersäure 26. 28. 60. 288. 570.
— rauchende 60. 61. 291.
Salpetersäuresalze 288. 585.
Salpetrige Säure 296.
Salz 163 ff.
Salzbildner 188.
Salzsäure 39. 125. 173. 188 ff. 570.
— Verhalten der Metalloxyde zu 589.
Sandbad 7.
Sättigung 13.
Sauerstoff 28. 137. 139 ff. 146. 178 f.
Säuren 163.
— Auffuchung von 593 u. 601.
Schalen 7.
Schalen von Steinzeug 8.
Scheidewasser 28. 291.
Schießpulver 340.
Schlacken 529.
Schmelztiegel 43.
Schmiedeeisen 530. 532.
Schnellloth
Schwarzkupfer 553.
Schwefel 45. 46. 302. 598.
Schwefelammonium 471.
— Verhalten der Metalloxyde dazu 471.
— zweifach 472.
Schwefelantimon 120. 125. 516 f. Antimon.
Schwefelarsen 364.
Schwefelbarpum 50. 64. 344.
Schwefelblei 344. 598.
Schwefelblumen 49. 304.
Schwefelchlorür 506.
Schwefelcyankalium 574.
Schwefeleisen 49. 302.
Schwefelige Säure 27. 61. 304.
Schwefelkalium 340.
Schwefelkies 302.
Schwefelkohlenstoff 346.
Schwefelkupfer 64. 69. 345.
— mit Schwefeleisen 345.
Schwefelmetalle 334 ff. 583.
Schwefelnatrium 343.
Schwefelphosphor 507.
Schwefelqueckfilber 598.
Schwefelsäure 27. 61. 307 ff. 311 ff. 328. 570.
Schwefelsäuresalze 321. 584. 598.
Schwefelsilber 426.
Schwefelwasserstoff 49. 120. 125. 332 ff. 571.
— Verhalten der Metalloxyde zu 473. 589.
Schwefelwasserwasserstoff-Schwefelantimonium 471.
— — Verhalten der Metalloxyde 473. 590.
Schwefligsäuresalze 584.
Schweißofen 537.
Schwerspath 50.
Selen 346.
Selenblei 549.
Serpentin 508.
Sicherheitslampe 277.
Silber 423. 563.
— gediegen 563. 566.
Silberglanz 563. 566.
Silberhornerz 563. 566.
Silberlegirungen 430.
Silberoxyd 425.
— kohlensaures 426.
— phosphorsaures 428.
— salpetersaures 427. 574.
Silber, reines 419. 555.
Silberspiegel 428.
Silicium 393.
Silicate 394. 598.
Similor 235.
Smalte 456. 562.
Soda 22. 67. 324.
Sodaofen 513.
Spatheisenstein 269. 541.
Speckstein 507.
Spielkarten 11.
Spirituslampe 86.
— mit doppeltem Luftzuge 99 ff.
Sprengkohlen 88.
Spritzflasche 98.
Sprödglaserz 563. 567.
Spunte 82.
Stabeisen 530. 532.
Stadeln 552.
Stahl 538.
Stangenschwefel 304.
Stehkolben 83.
Stickstoff 147.
— Oxydationsstufen 292 ff.
Strontian 26. 285.
Strontianit 26. 285.
Strontian, kohlensaurer 26. 285
— salpetersaurer 27. 286.
Strontium 285.
Sublimation 52 ff.
Sumpfgas 276.
System 500 ff.

T.

Tantal 448.
Tellur 346.
Tempern 538.
Thonerde 406. 413. 598.
Thonerdehydrat 413.
Thonerde, kieselsaure 414.
— schwefelsaure 406.

Tiegelzange 44.
Tinkal 387.
Titan 447.
Tomback 235.
Treibheerd 547.
Triangel 51.
Trichter 8.
Trichterröhre 105.
Tropfzink 560.

U.

Ueberchlorsäure 208.
Uhrgläser 51.
Ultramarin 414.
Unlösliche Stoffe, Prüfung derselben 595. 601.
Unterchlorige Säure 219.
Unterphosphorige Säure 352.
Unterſalpeterſäure 296.
Unterſchwefelſäure 346.
Unterſchwefligſäureſalze 585.
Uran 460.
Uranpecherz 460.

V.

Vanadium 448.
Vorlagen 55.
Verbindungen, Eintheilung derſelben 497 ff.
Verbrennung 145.
Vergolden 434. 509.
Verzinnen 446.
Vitriolbleierz 549.
Vitriolöl 309. 328.

W.

Wage 11.
Wanne, pneumatiſche 141.
Waſchapparat 11.
Waſchflaſchen 113 ff.
Waſchgefäß 11.
Waſſer 130 ff. 570.
— Deſtillation 58.
— deſtillirtes 60.
Waſſerglas 394.
Waſſergläſer 4.
Waſſer, kohlenſäurehaltiges 271.
Waſſerſtoff 77. 137. 152 ff.
Weinſäure 35. 570.
Weinſtein 36.
Weißbleierz 549.
Werkblei 546.
Wismuth 46. 47. 381. 515.
— Verbindungen 381. 382.
Wolfram 447.

Z.

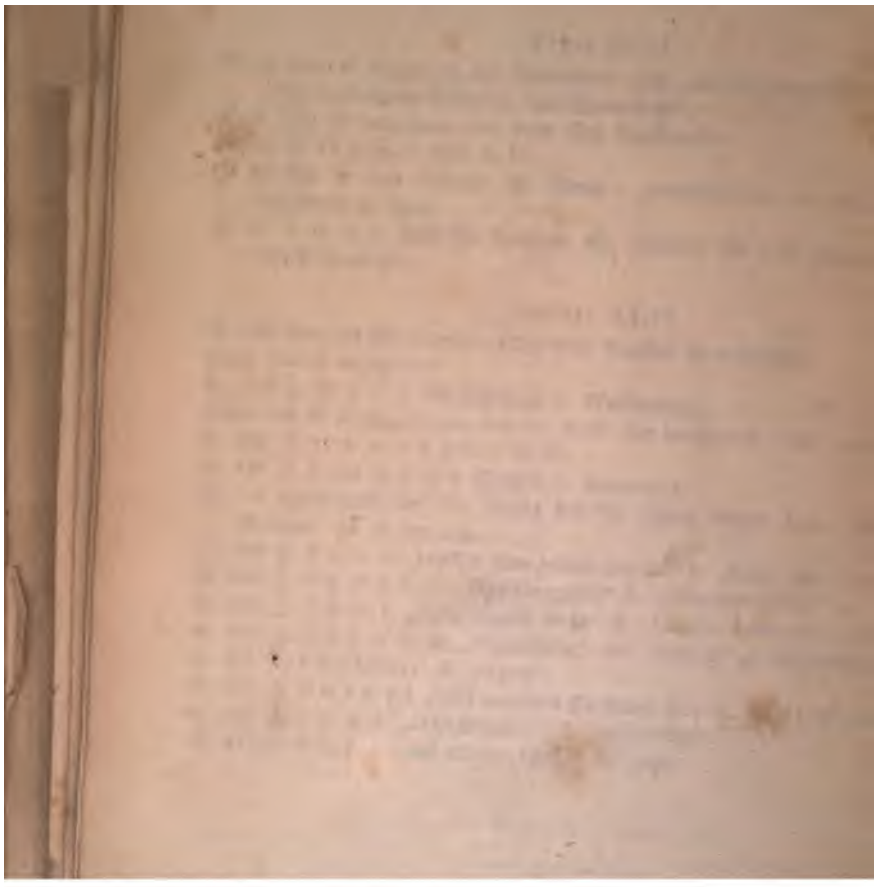
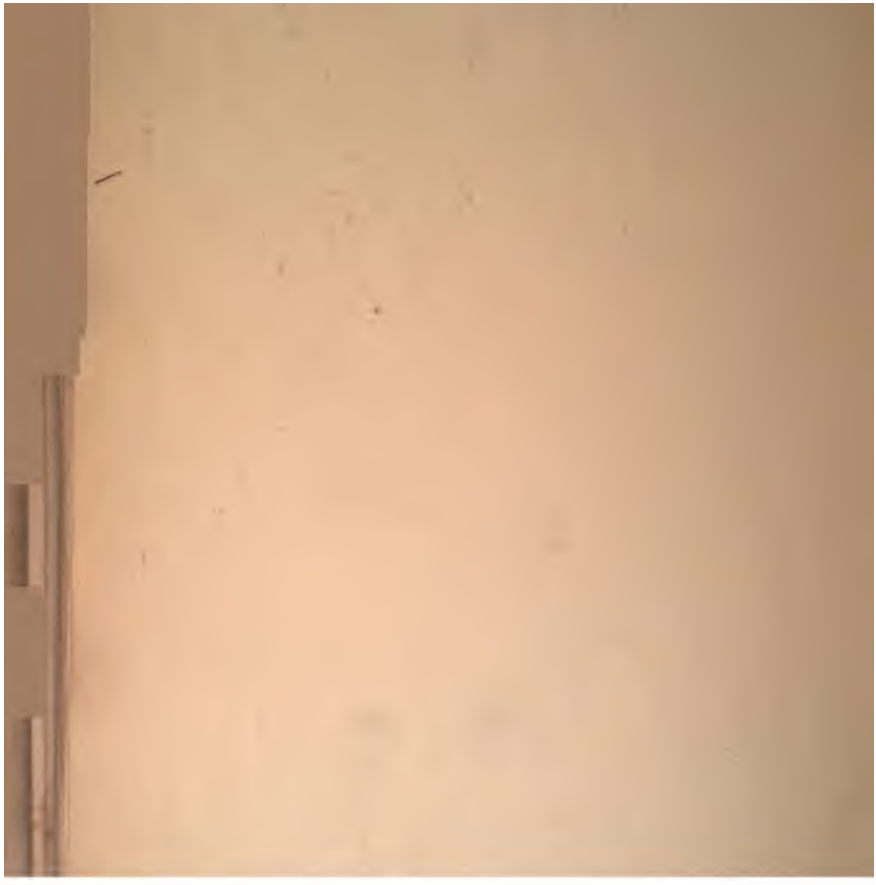
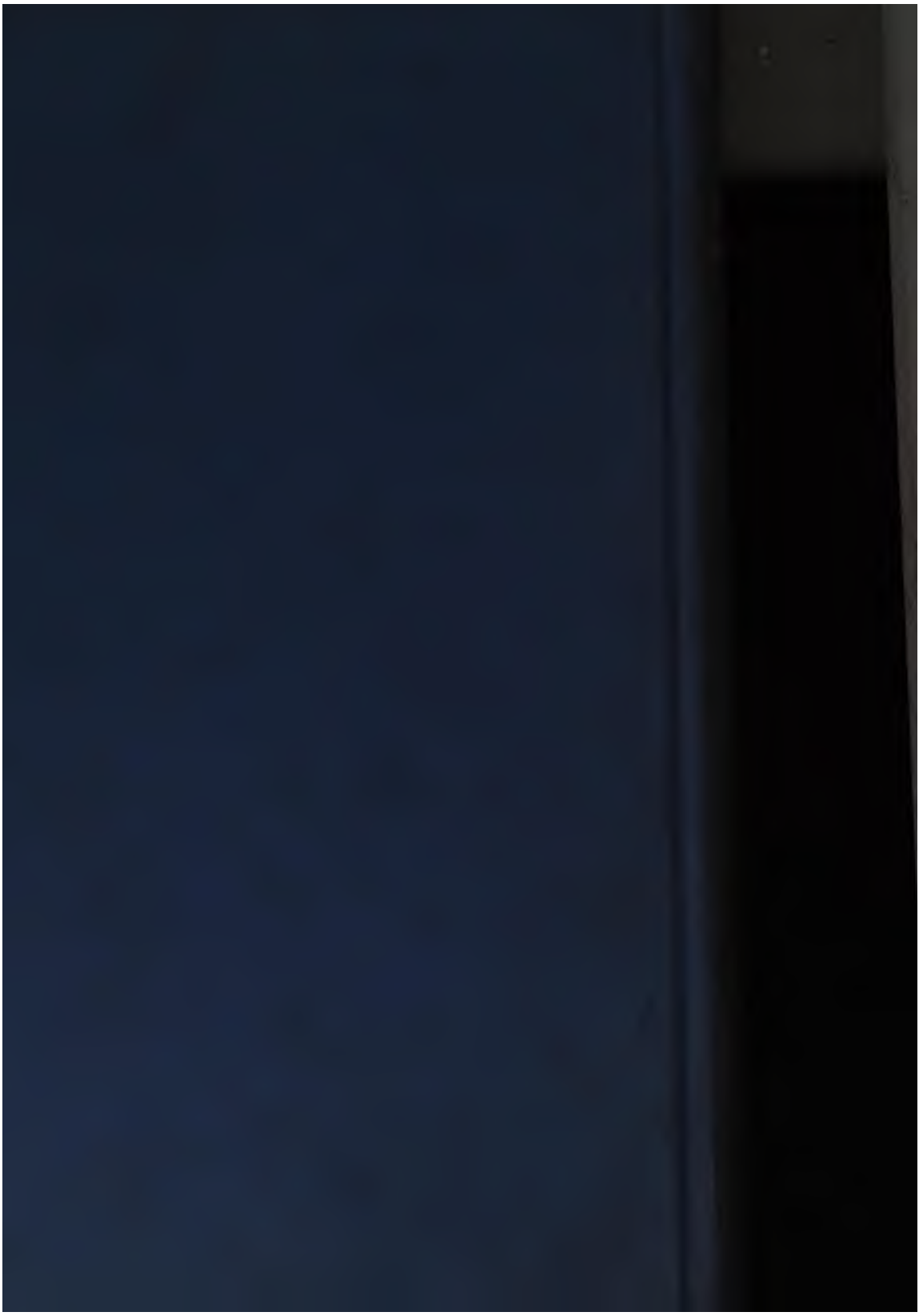
Zaffer 456.
Zange 44.
Ziegelſtein 11.
Zink 40. 217. 559. 575.
Zinkoxyd 41. 217 ff. 395.
— eſſigſaures 41.
— -Hydrat 219.
— kohlenſaures 269.
Zinn 47. 443. 518.
Zinnchlorür 444. 574.
Zinnchlorid 444.
Zinncompoſition 444.
Zinnlegirungen 447.
Zinnober 378.
Zinnoxyd 444. 598.
Zinnoxydul 444. 446.
Zinnſäure 444. 446.
Zinnſtein 445. 519.
Zinnſulfür 445.
Zinnſulfid 445.
Zirkonerde 417.
Zuſchlag 529.

Verbesserungen.

Erster Theil.

S. X und 47 fehlen in der Ueberschrift nach „des Chromoxyds“ die Worte: „des wasserfreien Borares, des Chromroths“.
S. 6 Zeile 29 von unten lies Höhe statt [illegible]messer.
S. 35 Z. 13 v. u. l. VIII st. IV.
S. 62 sind in dem Schema die Worte: [illegible]rbinden sich zu salzsaurem Kalk“ umgekehrt zu setzen.
S. 62 Z. 10 v. o. fehlt die laufende Nr. (X[illegible]XII) für das Präparat „kohlensaures Ammon“.

Zweiter [illegible]l.

S. 224 fehlt die Ueberschrift. (Aus dem I[illegible]er zu ergänzen.)
Figur 124 ist umzukehren.
S. 274 Z. 10 v. o. l. Wassermenge st. Ma[illegible]enge.
Figur 146 ist so umzukehren, daß die Hand [illegible] horizontale Lage erhält.
S. 385 Z. 17 v. u. l. 8 HO st. 9 HO.
S. 448 Z. 2 und 9 v. o. l. Ammon st. Ammoniak.
In der Ueberschrift des 70. Briefs sind die letzten Worte von „Kohlensaures Ammon“ an zu streichen.
S. 420 Z. 9 v. u. l. „dunkler und endlich braun“ st. „heller und endlich weiß“.
S. 420 Z. 7 u. 8 v. u. l. „Manganoxydul“ st. „Eisenoxydhydrat“ u. umgekehrt.
S. 420 Z. 6 v. u. l. „dabei immer mehr“ st. „indessen bald auch wieder“.
S. 420 Z. 3 u. 2 v. u. ist „Niederschlag“ mit „Lösung“ zu vertauschen.
S. 421 Z. 1 l. „reinem“ st. „süßem“.
S. 421 Z. 3 u. 4 v. o. l. „wirf denselben als unrein weg“ st. „löse denselben u. s. w.“
S. 421 Z. 7 v. o. l. „ursprünglichen“ st. „abfiltrirten“.
S. 421 Z. 8 v. o. l. „auf andere Weise“ st. „noch“.

Druck von Wilhelm Keller in Gießen.